new 21

Elettronica 2000

ELETTRONICA APPLICATA, SCIENZA E TECNICA

175 - NOVEMBRE 1994 - L. 6.000
Sped. in abb. post. gruppo III

hi-tech

RADIOCOMANDO 16 CANALI A μC

supersound

AMPLIFICATORE 1000W MOSFET

SUPER-ANTIFURTO AUTO

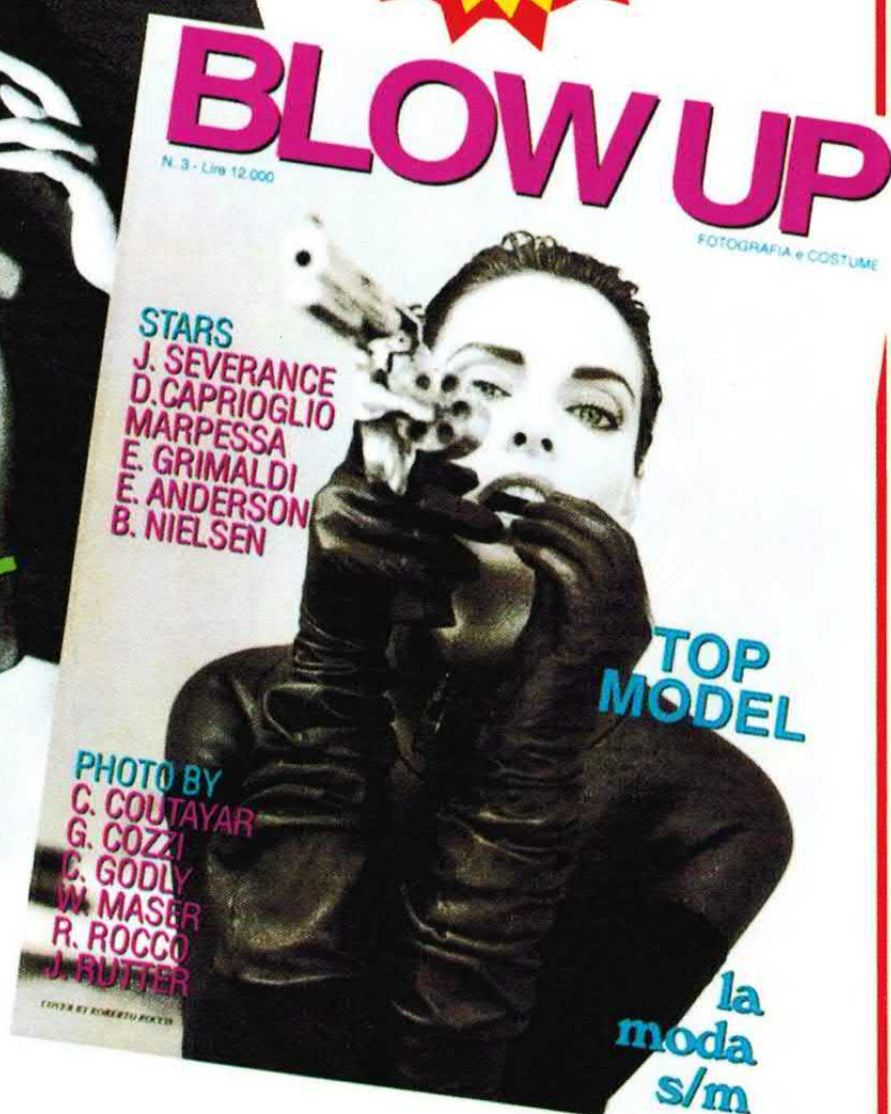
DOPPIO VARIALUCE

ESPERIMENTI DI GALVANOSTEGIA

ELETTROSTIMOLATORE

PROTEZIONE INVERTER DC/AC

LE FOTO
DELLE PIÙ BELLE RAGAZZE DEL MONDO

IN UNA STRAORDINARIA RIVISTA DI FOTOGRAFIA E COSTUME

LE RAGAZZE PIÙ BELLE DEL PIANETA NELLE STUPENDE IMMAGINI DEI PIÙ BRAVI FOTOGRAFI DI MODA!

in tutte le edicole!

SOMMARIO

Direzione
Mario Magrone

Redattore Capo
Syra Rocchi

Laboratorio Tecnico
Davide Scullino

Grafica
Nadia Marini

Collaborano a Elettronica 2000
Mario Aretusa, Giancarlo Cairella, Marco Campanelli, Beniamino Coldani, Giampiero Filella, Giuseppe Fraghì, Paolo Gaspari, Luis Miguel Gava, Andrea Lettieri, Giancarlo Marzocchi, Beniamino Noya, Mirko Pellegri, Marisa Poli, Tullio Policastro, Paolo Sisti, Margie Tornabuoni, Massimo Tragara.

Redazione
C.so Vitt. Emanuele 15
20122 Milano
tel. 02/781000 - fax 02/780472
Per eventuali richieste tecniche chiamare giovedì h 15/18 tel. 02/781717

un mondo di... laser

Se ti interessano i dispositivi tecnologicamente all'avanguardia, da noi trovi una vasta gamma di prodotti speciali. Le apparecchiature descritte in queste pagine sono tutte disponibili a magazzino e possono essere viste in funzione presso il nostro punto vendita. A richiesta sono disponibili le documentazioni tecniche di tutti i prodotti commercializzati.

novita!

PUNTATORE LASER INTEGRATO 635 nm

Nuovissimo modulo laser allo stato solido comprendente un diodo a semiconduttore con emissione a 635 nanometri, la stessa lunghezza d'onda di un tradizionale tubo laser ad elio-neon. L'emissione risulta molto più visibile (da 5 a 10 volte) rispetto ai diodi laser a 670 nm. Il puntatore comprende un diodo laser a 635 nm, un collimatore con lenti in vetro e un alimentatore a corrente costante realizzato in SMD. Il diametro del modulo è di appena 14 millimetri con una lunghezza di 52 mm. Il circuito necessita di una tensione di alimentazione continua di 3 volt, l'assorbimento complessivo è di 70 mA. La divergenza del fascio emesso è compresa tra 0,4 e 0,6 milliradianti. Il fascio è ben visibile nella semioscurità o in ambienti fumosi mentre la proiezione è visibile anche ad alcuni chilometri di distanza.

Cod. FR53 **Lire 360.000**

l'alimentatore in SMD

PUNTATORE LASER INTEGRATO 670 nm

Identico al modello precedente sia dal punto di vista elettrico che da quello meccanico ma con un diodo laser da 670 nanometri. In questo caso il fascio è visibile esclusivamente al buio mentre il puntino rosso è visibile ad alcune centinaia di metri.

Cod. FR30 **Lire 145.000**

PENNA LASER

Ideale per conferenze e convegni, questo piccolissimo puntatore allo stato solido a forma di penna consente di proiettare un puntino luminoso a decine di metri di distanza. Il dispositivo utilizza un diodo laser da 5 mW, un collimatore con lenti in plastica ed uno stadio di alimentazione a corrente costante. Il tutto viene alimentato con due pile mini-stilo che garantiscono 2-3 ore di funzionamento continuo. L'elegante contenitore in alluminio plastificato conferisce alla penna una notevole resistenza agli urti.

Cod. FR15 **Lire 180.000**

PUNTATORE PER PISTOLA (BERETTA 92)

Sistema di puntamento con laser a semiconduttore adatto per il modello 92 della Beretta cal. 9, la pistola semiautomatica più diffusa in Italia. Il kit di montaggio comprende un puntatore laser a 670 nm con alimentazione incorporata e con possibilità di spostamento sugli assi X e Y dell'emissione laser, le staffe di fissaggio con tutti i particolari meccanici necessari nonché l'interruttore di accensione fissato all'impugnatura mediante una fascia di velcro. Il montaggio del puntatore non necessita alcuna particolare esperienza e può essere ultimato in poche decine di minuti. L'operazione non richiede alcun intervento sulla meccanica della pistola: il sistema di puntamento potrà perciò essere rimosso in qualsiasi momento. Per l'allineamento è invece necessario recarsi al poligono: con una chiavetta a brugola andranno effettuate le opportune regolazioni sui due assi sino ad ottenere la perfetta coincidenza tra la proiezione del laser e il punto d'impatto del proiettile. La portata del laser è più che sufficiente per questo tipo di applicazione.

Cod. FR54 **Lire 320.000**

Vendita al dettaglio e per corrispondenza di componenti elettronici attivi e passivi, scatole di montaggio, strumenti di misura, apparecchiature elettroniche in genere (orario negozio: martedì-sabato 8.30-12.30 / 14.30-18.30 • lunedì 14.30-18.30). **Forniture all'ingrosso** per industrie, scuole, laboratori. **Progettazione e consulenza** hardware/software, programmi per sistemi a microprocessore e microcontrollore, sistemi di sviluppo. Venite a trovarci nella nuova sede di Rescaldina (autostrada MI-VA, uscita Castellanza).

Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a:

FUTURA ELETTRONICA

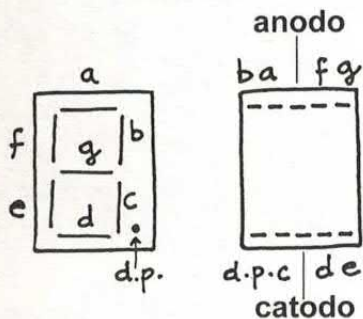
V.le Kennedy, 96 - 20027 RESCALDINA (MI) - Tel. (0331) 576139 r.a. - Fax (0331) 578200

Tutti possono corrispondere con la redazione scrivendo a Elettronica 2000, Vitt. Emanuele 15, Milano 20122. Saranno publicate le lettere di interesse generale. Nei limiti del possibile si risponderà privatamente a quei lettori che accluderanno un francobollo da lire 750.

LE SIGLE MISTERIOSE

Da una vecchia scheda ho recuperato alcuni transistor di cui, pur avendone ricavata la piedinatura e la polarità con l'aiuto, del provatransistor, non conosco le caratteristiche; si tratta dei TI9964 (Texas Instr.) IW9956 (SGS) 2N1613, IW9956 (SGS) IW11364 (SGS). Vi sarei grato se riusciste a fornirmele voi. Inoltre ho alcuni display a 7 segmenti siglati FND507 di cui non conosco la piedinatura... Potete aiutarmi?

Fabrizio Fusconi - Foligno

Di tutti i componenti che ci ha elencato conosciamo solamente il 2N1613, che è un PNP di piccola potenza (0,8 watt) molto simile al 2N1711; le sue principali caratteristiche sono : Vce=50V, Ic=800mA, hFEmax=80 @ Ic=150mA, ft=80Mhz.

FND507

anodo
a
ba | fg
f g b
e d c
d.p.
d.p.c | de
catodo

Quanto a suggerimenti per l'applicazione, la sua domanda non ha senso: un transistor si può impiegare in qualunque circuito, non è mica un integrata, di cui non conoscendo lo schema interno occorre avere almeno uno schema d'uso! Guardi i progetti che abbiamo pubblicato nei vari numeri di Elettronica 2000: sono esempi validissimi.

Quanto al display, è del tipo ad anodo comune e la sua piedinatura è quella illustrata.

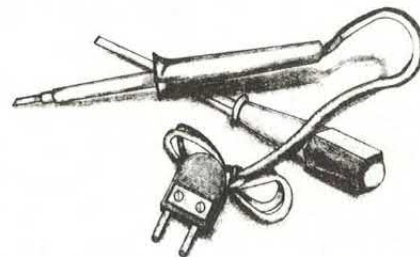
IL SIMULATORE DI LINEA

Ogni tanto costruisco qualcuno dei vostri circuiti telefonici che di solito provo sulla linea di casa; spesso mi capita di dover fare lunghe prove, tenendo così bloccata la telefonica per lungo tempo mentre vorrei ovviamente lasciarla libera il più possibile.

Come posso fare per collaudare i circuiti senza attacarmi alla linea Sip? Avete qualche soluzione?

Rosario Gaetani - Milano

La soluzione al suo problema si chiama simulatore di linea telefonica ; il simulatore è un apparecchio che permette di ricreare le condizioni tipiche di una linea telefonica di centrale: tensione di linea a riposo e in impegno, alternata di chiamata, impulsi di tassazione, toni di segnalazione.

In giugno di quest'anno (fascicolo n. 171) abbiamo pubblicato un simulatore di linea, che, anche se semplice, garantisce buone prestazioni: generazione dei toni di linea, occupato, libero, e produzione della chiamata con sospensione automatica alla sgancio.

TRANSISTOR O INTEGRATO?

In una busta di componenti acquistata in una fiera ho trovato uno strano transistor; dico che è strano perché nonostante abbia tre piedini e sia incapsulato in un contenitore plastico come quelli dei transistor, provandolo con il provatransistor non riesco ad identificarne la polarità e la piedinatura.

Forse perché è guasto, oppure...

Sul contenitore c'è la sigla UM66, sapete darmi qualche notizia in proposito?

Carlo Corazzo - Reggio C.

Con il provatransistor non riesce ad identificare la polarità perché l'UM66 non è un transistor, benché ne abbia l'aspetto.

Il componente è un complesso circuito integrato sintetizzatore vocale che, quando viene alimentato, riproduce un motivetto musicale registrato nella sua ROM.

Il segnale musicale che fornisce può essere inviato ad un piccolo amplificatore audio per poterlo ascoltare in altoparlante.I tre piedini del componente sono per l'alimentazione, la massa e l'uscita audio.

L'UM66 viene impiegato prevalentemente in campo telefonico, per la musichetta di attesa; l'abbiamo usato anche noi nel dispositivo di attesa musicale che abbiamo pubblicato in Maggio scorso (rivista n. 170).

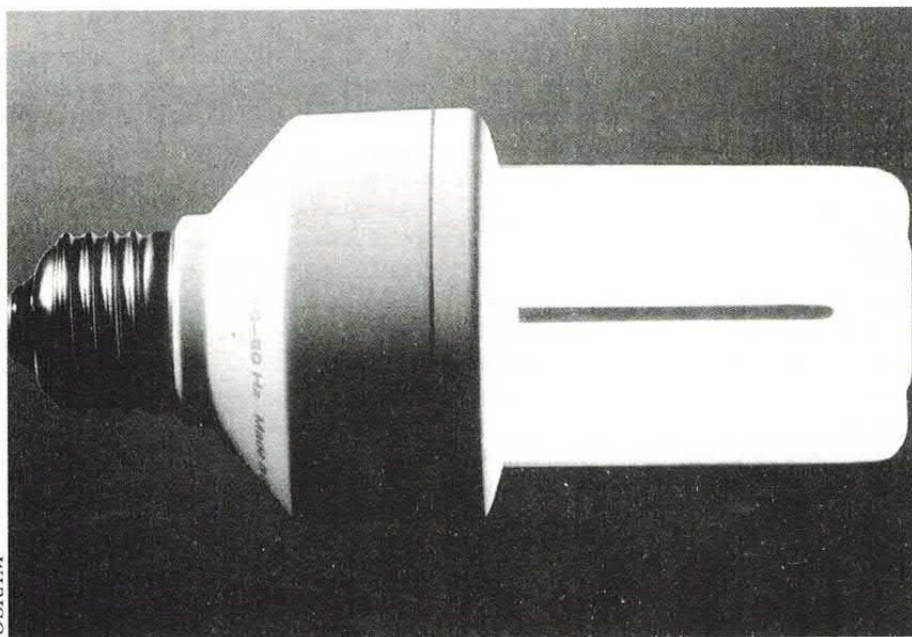
CONTROLLO LUCI

DUAL DIMMER

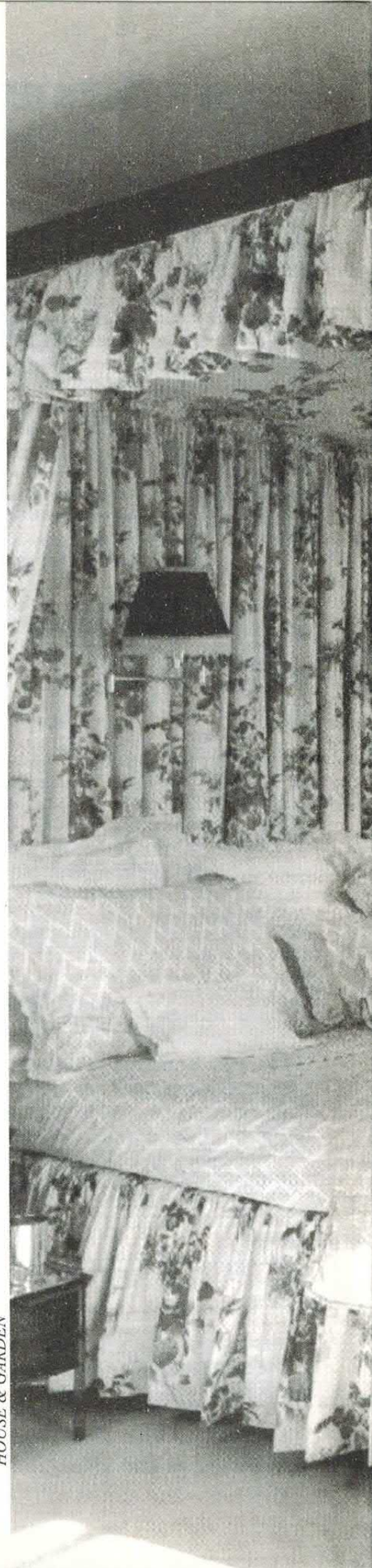
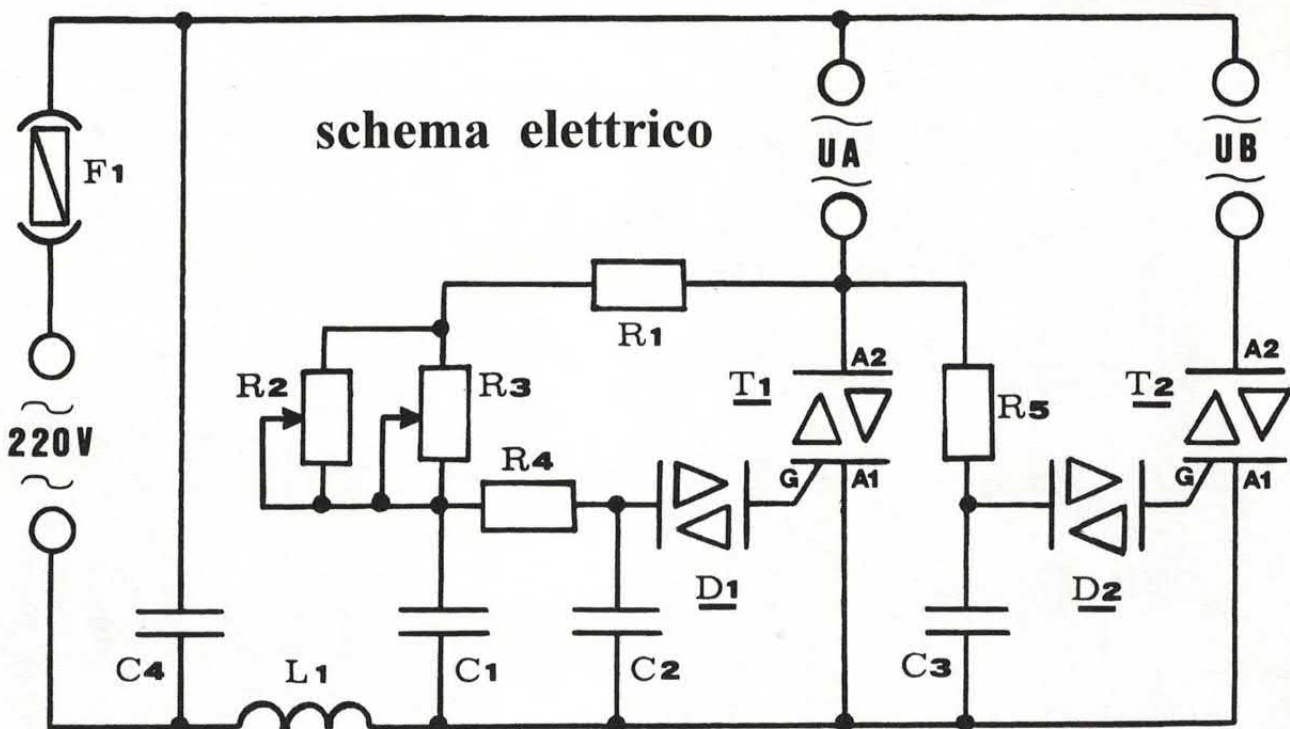
VARIALUCE PER LAMPADE FUNZIONANTI A 220V AC CON DUE USCITE COMPLEMENTARI; IDEALE PER CONTROLLARE CONTEMPORANEAMENTE DUE LAMPADE (UNA SI ACCENDE E L'ALTRA PROGRESSIVAMENTE SI SPEGNE) DISTINTE CREANDO L'EFFETTO DISSOLVENZA). ADATTO ANCHE PER MOTORI ELETTRICI IN ALTERNATA.

di GIANCARLO MARZOCCHI

OSRAM

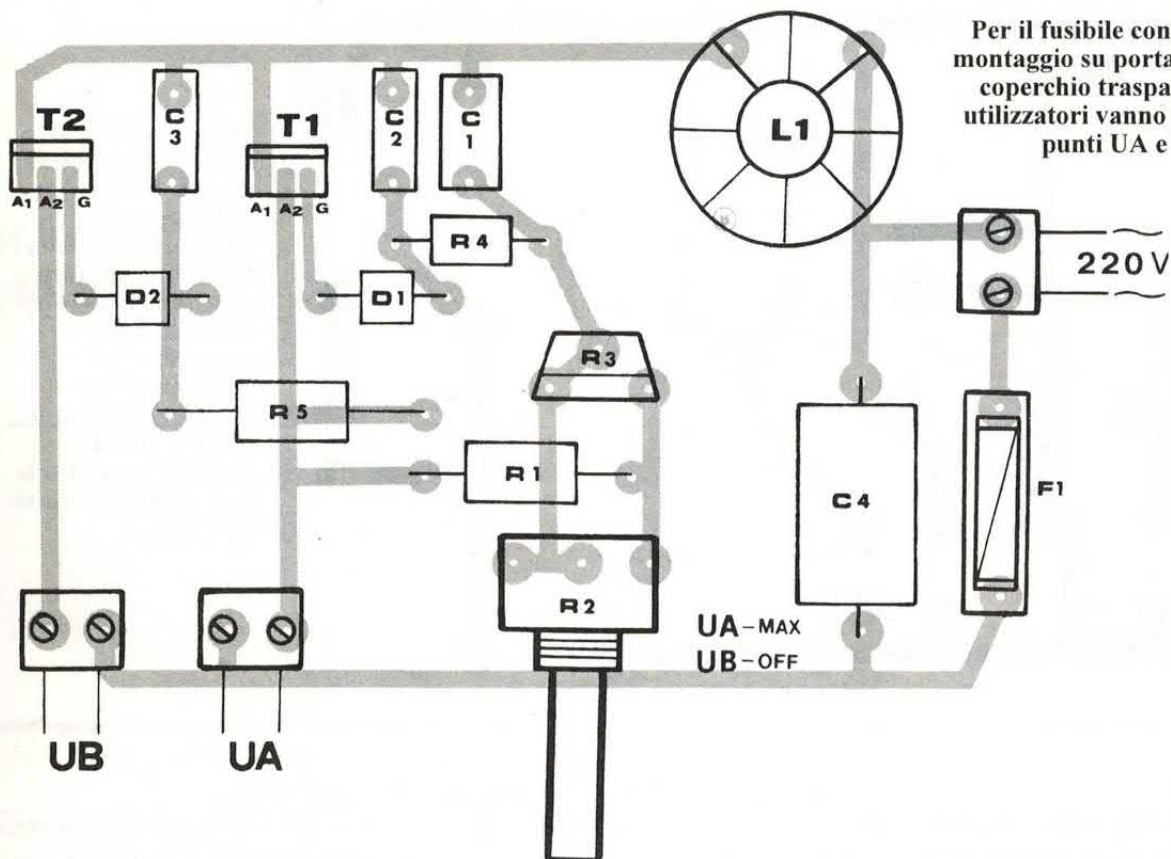
HOUSE & GARDEN

Per suscitare un vivo interesse tra i lettori, il progetto di un regolatore di tensione deve presentare almeno una caratteristica tecnica innovativa che lo faccia preferire a tutti gli altri schemi pubblicati in passato. L'idea singolare è stata quella di predisporre due uscite in opposizione di fase tra loro, ossia quando una è ON (220 V), l'altra è OFF (0 volt) e viceversa.

A questo tipo di dispositivo, nella sua classica funzione di varialuce, si ricorre normalmente quando si ha la necessità di portare ad un'intensità prefissata la luminosità di una o più lampade a filamento. Installandolo in una camera da letto si può così accendere la luce durante la notte senza disturbare il sonno degli altri, o in modo che al risveglio non si sia colpiti da una luce troppo violenta.

Infatti, quando si passa bruscamente dall'oscurità alla vivida luce si accusa sempre una sensazione di fastidio agli occhi, talora perfino di

dolore. Ciò è dovuto al fatto che le pupille, pur adattandosi velocemente alla repentina variazione della luminosità ambientale, non riescono ad evitare ai fotorecettori retinici dei brevissimi microshock, che vengono prontamente rilevati dal sistema nervoso centrale.

L'uso di un varilight è quindi particolarmente indicato nelle camere dove riposano gli ammalati per avere una luce appena soffusa, tale da non arrecare disturbo e sufficiente a non tenere completamente al buio l'ambiente. In egual misura può essere rassicurante per un bambino, nei primi anni dell'infanzia, poter dormire in compagnia di una delicata luce notturna, capace di scacciare gli irreali spiriti malvagi delle tenebre.

Sfruttando appieno la potenzialità del nostro nuovo dimmer elettronico e cioè le sue due uscite in opposizione di fase, lo possiamo utilizzare vantaggiosamente anche in molte altre applicazioni pratiche dove è richiesto lo spegnimento di un'apparecchiatura collegata sulla presa ausiliaria "UB", nel momento in cui la tensione regolata sull'uscita principale "UA" raggiunge il suo massimo valore.

Per sopprimere i disturbi generati dalla commutazione dei due triac abbiamo posto sulla rete una bobina di filtro composta da 20÷30 spire di filo smaltato avvolte su supporto toroidale in ferrite.

PER IL SALOTTO DI CASA

Per esempio, grazie a questo accorgimento tecnico potrete trasformare il salotto di casa in un'accogliente sala di proiezione dove invitare gli amici ad assistere alla presentazione dei vostri filmati amatoriali o delle diapositive scattate nel periodo delle ferie o durante i week-end.

Proprio come al cinema, prima della visione potrete spegnere gradualmente le luci della stanza, consentendo agli occhi dei presenti di adeguarsi all'oscurità, e con la stessa operazione accendere il proiettore.

Al termine dello spettacolo potrete riaccendere dolcemente le luci e spegnere automaticamente il proiettore creando un effetto molto piacevole e riposante per la vista.

Altri interessanti impieghi di

questo dimmer possono trovarsi nella regolazione della velocità di piccoli motori funzionanti a corrente alternata, nel comando di piccoli elettrodomestici o di particolari congegni elettromeccanici interdipendenti.

Giunti a questo punto, dopo aver descritto le numerose possibilità del nostro regolatore di tensione analizziamone lo schema elettrico. Il circuito sfrutta il noto sistema del controllo di fase della tensione alternata applicata al carico utilizzatore che si esplica nell'innescare costantemente, con un ritardo da 0° a 180°, la conduzione del triac rispetto al passaggio per il valore zero della sinusoide di rete, per entrambi i semicicli alternati.

Non viene quindi variata l'ampiezza della tensione, come si potrebbe fare ad esempio con un autotrasformatore, bensì il suo valore medio, con effetto sulla quantità di energia assorbita dall'apparecchiatura alimentata (potenza media).

LA TENSIONE DI RETE

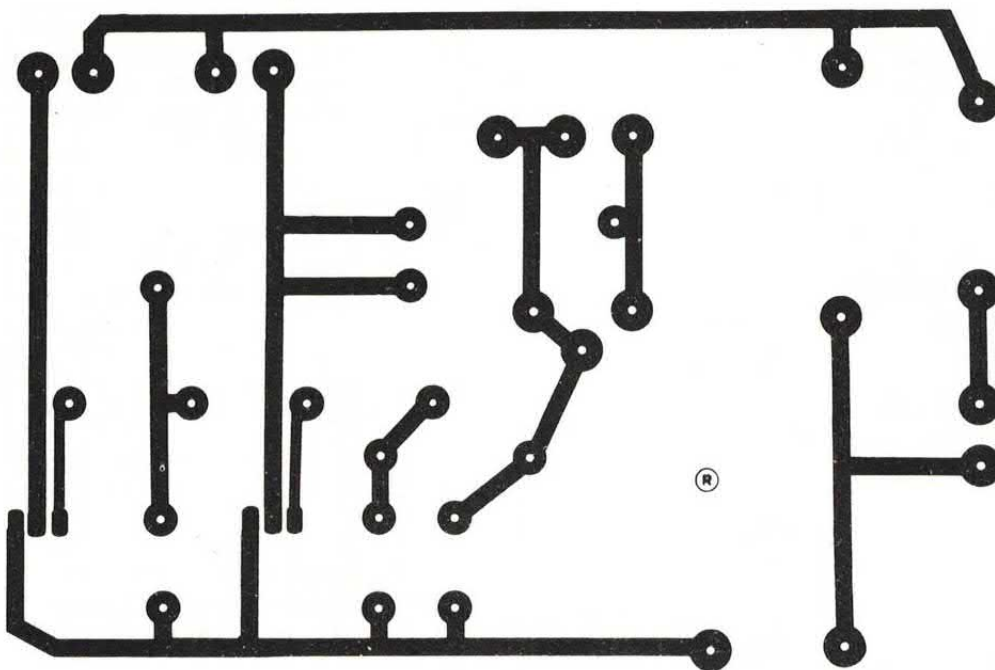
Tutti sanno che la tensione di rete presente nelle abitazioni è alternata, possiede una frequenza di 50 Hz e la sua forma d'onda è una sinusoide.

Pertanto lungo una linea elettrica bifilare, chiusa su un carico utilizzatore, si susseguono periodicamente le semionde positive e negative di questa tensione.

Quando su di un filo è presente la semionda positiva, sull'altro si ha la semionda negativa e viceversa.

Nell'istante in cui le due semionde riescono a completare il loro ciclo, ai capi del carico si misurano i 220 volt. Se tramite un interruttore elettronico ad alta velocità, nella fattispecie un triac, s'interrompono a metà ciclo le due semionde, la tensione si riduce del 50% , per cui al carico, anziché 220 volt, giunge una tensione il cui valore equivale a solo 110 volt.

Interrompendo poi il ciclo per un tempo superiore, il valore della tensione alternata sul carico si può abbassare ulteriormente fino ad

lato rame

La traccia lato rame del circuito stampato in scala 1:1. Nell'eseguire le saldature fate molta attenzione alle piste sottoposte alla tensione di rete e controllate attentamente, a montaggio ultimato, che non vi siano gocce di stagno tra le piazzole dei terminali dei triac.

annullarlo.

Il triac è un dispositivo a caratteristiche bidirezionali simmetriche e quindi può intervenire su entrambe le semionde, permettendo un controllo ad onda intera dell'alimentazione al carico.

Quando c'è tensione tra gli elettrodi A1 e A2 del triac e al terminale di gate viene applicato un opportuno impulso di trigger, l'interruttore elettronico si chiude consentendo il funzionamento del carico collegato in serie al componente.

Una volta che il triac è in conduzione il gate non ha più alcun controllo sul flusso di corrente, almeno fino a quando la tensione non passa per lo zero.

In tale istante la tensione tra gli elettrodi A1 e A2 diventa nulla e l'interruttore si apre, per poi richiudersi quando giunge un altro impulso di comando sul gate durante l'altra semionda.

Con tale tecnica il triac controlla la potenza media fornita al carico eliminando la tensione applicata nella parte iniziale di ciascun semiperiodo della sinusoide di rete e variando il momento di ripristino di tale tensione.

In altre parole l'impulso di trigger sul gate, arrivando in corrispondenza del fronte della semionda che in quel momento è presente ai capi del triac (terminali A1 e A2) fa sì che quest'ultimo inizi a condurre quando già il percorso della stessa semionda ha raggiunto una certa ampiezza, provocando, a seconda del ritardo dell'impulso d'innesco dall'inizio della semionda, una variazione più o meno consistente della tensione sul carico.

L'impulso di trigger per il gate del triac viene prodotto da un diac. Quest'ultimo è un commutatore bidirezionale (di costruzione molto simile al triac, dal quale differisce perché non ha il gate) che entra in conduzione quando la tensione ai suoi capi supera i 30÷40 volt (ovvero la tensione di Break- Over).

La tensione di comando è derivata dalle cellule (R1+(R2/R3))C1 e R4C2 che formano un circuito a sfasamento variabile che genera il ritardo con cui la tensione di

COME FUNZIONA

Se date un'occhiata allo schema elettrico illustrato in queste pagine notate che il circuito è in sostanza un doppio dimmer. O meglio, un dimmer vero e proprio (controllato mediante il potenziometro R2 ed il trimmer R3) la cui uscita ne controlla un altro.
Per forza di cose, la seconda sezione del dimmer (triac T2) non può funzionare se non è presente il carico all'uscita Ua; infatti solo se scorre corrente nella Ua può esserci caduta di tensione ai capi del triac 1, altrimenti quest'ultimo si trova isolato e inevitabilmente il gate di T2 non viene pilotato in alcun modo.
Si noti il collegamento in parallelo del potenziometro R2 e del trimmer R3, che serve per poter "aggiustare" il campo di intervento del potenziometro in modo da poter ottenere una regolazione fine, o di farlo agire solo entro un campo di luminosità senza permettergli di accendere o spegnere la lampada.
Più si inserisce la resistenza del trimmer, maggiore è il campo di azione del potenziometro; al contrario, riducendo la resistenza del trimmer il potenziometro può regolare la luminosità della lampada fino al massimo senza tuttavia poterla spegnere.

pilotaggio arriva al diac, e quindi attiva il gate del triac con ritardo variabile rispetto all'inizio di ogni semiciclo della sinusoide di rete.

COME VARIARE IL RITARDO

Il potenziometro R2 permette di modificare la costante di tempo di tale circuito. Maggiore è il valore risultante, più alto è il ritardo con cui il triac chiude l'alimentazione sul carico. Quando R2 è regolato per il valore minimo si ottiene una piccola ripartizione di potenziale elettrico e una lieve variazione di fase, sicché il valore di tensione ai capi di C1 segue i valori di rete sino a quando non viene raggiunto il punto d'innesco del diac che eccita a sua volta il triac.

In questa situazione il triac viene messo in conduzione poco dopo l'inizio di ciascun semiperiodo ed al carico è fornita quasi tutta la tensione di alimentazione.

Se, al contrario, R2 è regolato per la sua massima resistenza, si ottiene una notevole ripartizione di potenziale e la tensione di picco ai capi di C1 può raggiungere appena il valore d'innesco del diac con uno sfasamento di circa 90°.

Siccome il picco di un semiperiodo avviene 90° dopo il passaggio per lo zero, si ottiene l'accensione del triac con un ritardo di circa 170°. In questa condizione, il triac non conduce che a 10° dalla fine di ogni semiperiodo, quindi il carico viene alimentato con un valore minimo di tensione.

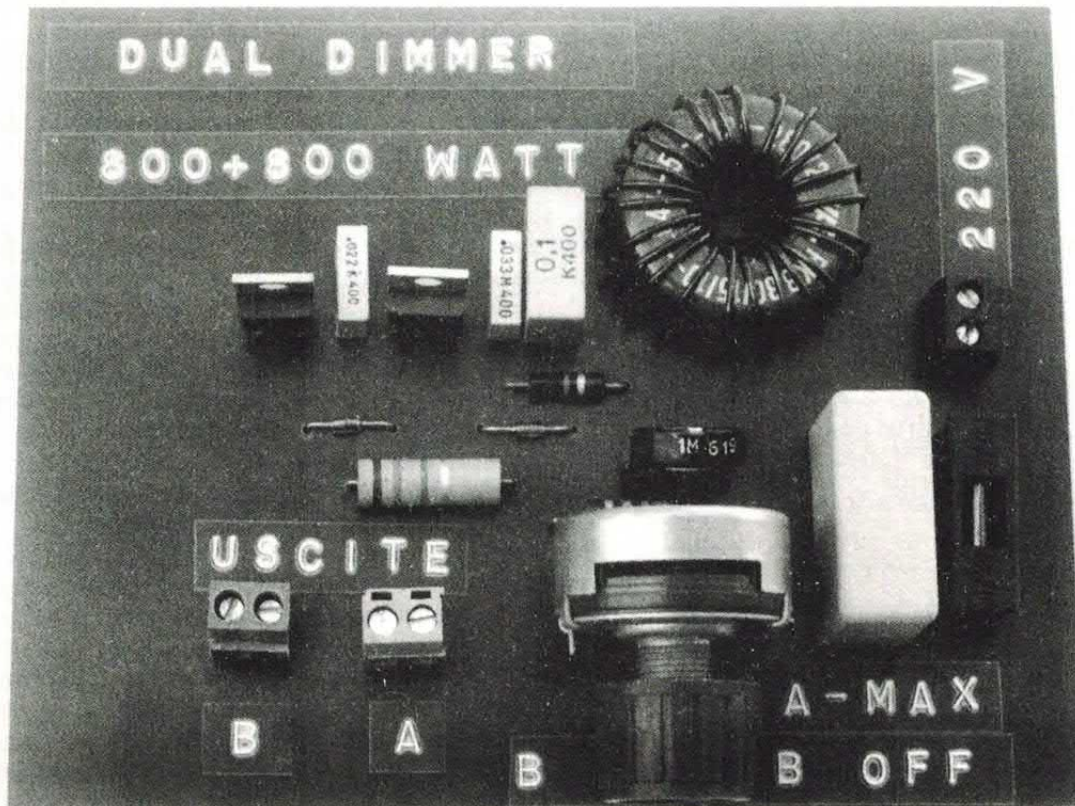
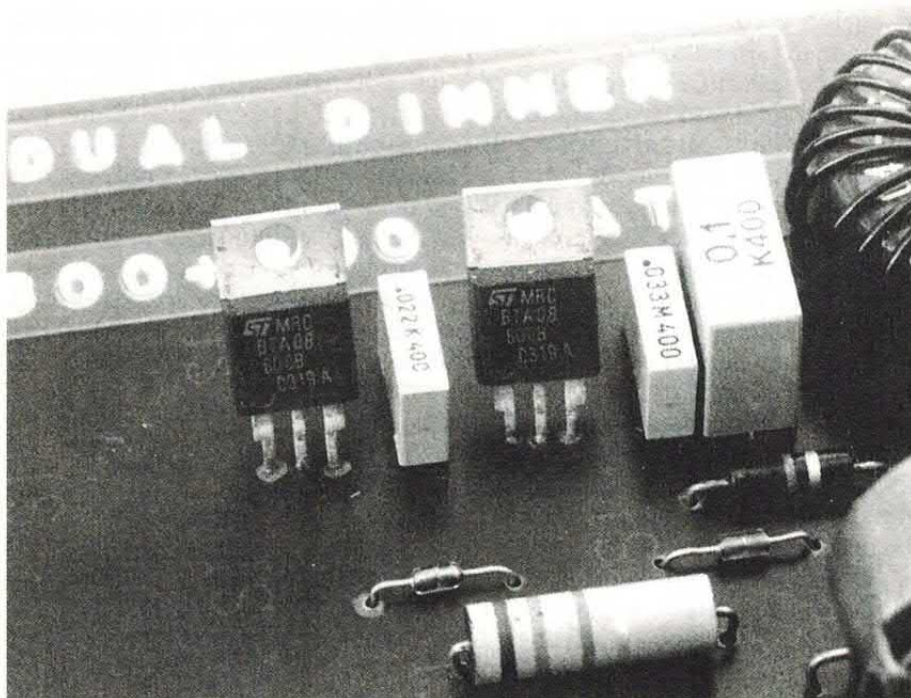
Almeno in via teorica, la rete RC e il diodo diac consentono d'innescare il triac con degli angoli di fase che vanno da 10° a 170° in ciascun semiperiodo della tensione alternata.

La resistenza R4 ed il condensatore C2 servono principalmente ad annullare una certa isteresi del circuito sfasatore che si manifesta con una notevole inerzia di manovra del potenziometro R2. In pratica, quando il carico non viene più alimentato perché R2 è al suo massimo valore, per ridargli tensione si deve ridurre di molto il valore di R2 e nell'istante della conduzione si riscontra sul carico già un valore elevato della tensione, perdendo così la regolazione continua e graduale della tensione in uscita.

LA FUNZIONE DEL DIAC

Senza entrare troppo nel dettaglio, diciamo che per evitare questa degradante anomalia il condensatore C3 viene asservito a C1. Infatti, quest'ultimo ha una tensione leggermente più elevata di quella di C3 a cui è devoluto il compito di innescare il diac.

Entrando in conduzione, il diac

il prototipo

Il circuito a montaggio ultimato. Prevedete due morsettiere da circuito stampato a passo 5 mm per i collegamenti con la rete elettrica a 220V e gli utilizzatori dei due canali (UA e UB). Durante il funzionamento evitate di toccare qualunque punto del circuito stampato perché potreste prendere una forte scossa.

I triac controllano ciascuno la corrente che scorre nei carichi di un canale; sono due, perciò il nostro circuito è un dual-dimmer. Se prevedete di prelevare più di 60 watt per canale montate un dissipatore da 15 °C/W su ciascun triac.

tende a ridurre drasticamente la tensione ai capi di C3, che può invece ricaricarsi parzialmente proprio tramite C1 ed R4 recuperando una parte di energia trasferita al gate del triac.

Questo "refreshing" si verifica durante il periodo di tempo in cui il triac è in conduzione e ciò determina uno spostamento di fase ed un fenomeno di isteresi di minima entità.

Esaminiamo ora come viene ricavata l'uscita secondaria UB: la tensione che è presente ai capi del triac T1 (tra anodo 2 e anodo 1) quando questo è "spento", viene prelevata dal gruppo R5-C3 che, tramite il diac D2, provoca gli impulsi d'innesco per il triac T2 controllore dell'uscita UB.

I DISTURBI IN RETE

Appena il triac T1 ritorna in piena conduzione (R2 regolato al minimo) il "canale alternativo" non riceve più alcuna tensione e quindi rimane non operativo con il triac T2 diseccitato.

I due triac, commutando la tensione di rete sui rispettivi carichi, a causa dell'alta velocità di funzionamento e del fatto che l'entrata in conduzione può avvenire in un qualsiasi punto dell'onda sinusoidale di rete, generano una serie di armoniche impulsive che ricadono nella gamma delle radiofrequenze.

L'ampiezza di questi segnali spuri a R.F. può essere talmente elevata da causare seri disturbi alla radioricezione delle onde medie e lunghe.

Per eliminare queste fastidiose interferenze, si rende necessario inserire sulla rete elettrica a 220 volt un adeguato filtro trappola formato da L1 e C1.

Per la realizzazione di questo progetto è necessario autocostruire un circuito stampato (di cui viene riportato in scala 1:1 il disegno delle piste di rame) non solo per evitare errori di cablaggio dei componenti, ma soprattutto, essendo il dispositivo collegato direttamente alla tensione di rete, per non incorrere in eventuali cortocircuiti, pericolosissimi per l'incolumità personale e per l'integrità delle parti elettroniche.

Come prima operazione si possono saldare le resistenze, il trimmer e i condensatori. Fatto ciò, si posizionano i diodi diac, i triac e si fissano nell'ordine: morsettiere, portafusibile, potenziometro e bobina antidisturbo L1.

Quest'ultima deve essere realizzata avvolgendo su un nucleo toroidale 30/15 (diametro esterno / diametro interno) almeno 20- 30 spire di filo di rame smaltato da 2 mm.

Se si riesce a reperirla in commercio già pronta deve avere un'induttanza di circa 100÷200 μH.

Non si tenti di escludere dal circuito questo componente perché gli impulsi spuri (spikes) prodotti dai triac si propagherebbero lungo la rete elettrica a 220 volt disturbando il funzionamento degli apparati allacciati sulla stessa linea.

PER IL COLLAUDO

Dopo un attento esame visivo, inteso ad accertare che tutti i componenti siano stati inseriti correttamente, si può passare al collaudo elettrico finale; per tale scopo è sufficiente collegare sulle uscite UA e UB due lampade a filamento da 220 volt.

Si ruota completamente l'alberino del potenziometro R2 in senso antiorario, mentre il cursore del trimmer R3 deve essere posizionato a metà corsa.

Si dà tensione e si regola finemente il trimmer per spegnere completamente la lampadina collegata sull'uscita UA. L'altra lampada deve rimanere accesa alla massima luminosità.

Effettuata questa piccola taratura, agendo sul potenziometro R2 si deve poter aumentare gradualmente la luminosità della prima lampada fino al suo massimo, in corrispondenza del quale l'altra lampada collegata sull'uscita UB deve spegnersi.

Se vengono montati dei triac diversi da quelli indicati nella lista dei componenti, potrebbero verificarsi delle anomalie nel funzionamento del dispositivo, per cui risulterà necessario ritoccare i valori dei condensatori C2 e C3.

Infine, un'importante raccomandazione : a lavoro ultimato, essendo il circuito direttamente collegato alla tensione di rete (220 Volt) è obbligatorio inserire il montaggio dentro un idoneo contenitore di materiale isolante, onde evitare pericolosi contatti accidentali.

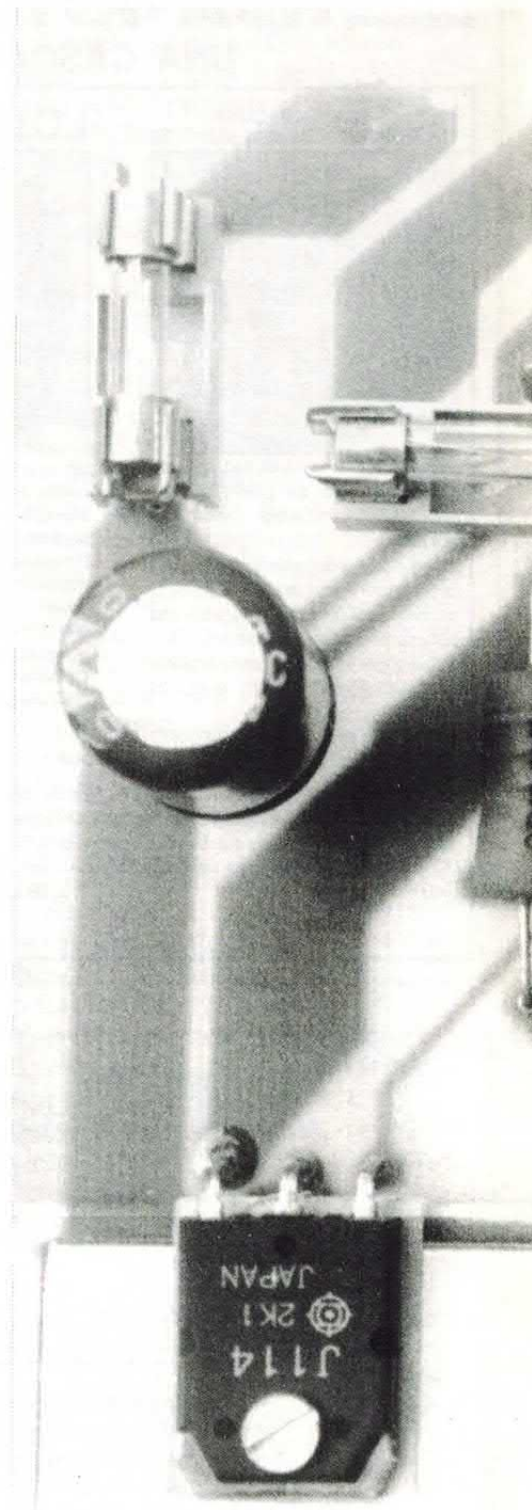
□

DIROMPENTE!

FINALE A MOSFET 1000 WATT

ROBUSTO E POTENTISSIMO AMPLIFICATORE AUDIO REALIZZATO CON I NUOVI MOSFET HITACHI 2SK400 E 2SJ114. IN VERSIONE SINGOLA E A PONTE. DOTATO DI PROTEZIONE DINAMICA DA SOVRACCARICO E CORTOCIRCUITO IN USCITA. POTENZA CONTINUA DI USCITA 600 WRMS, POTENZA DI PICCO OLTRE 1000 WATT!

Prima Parte

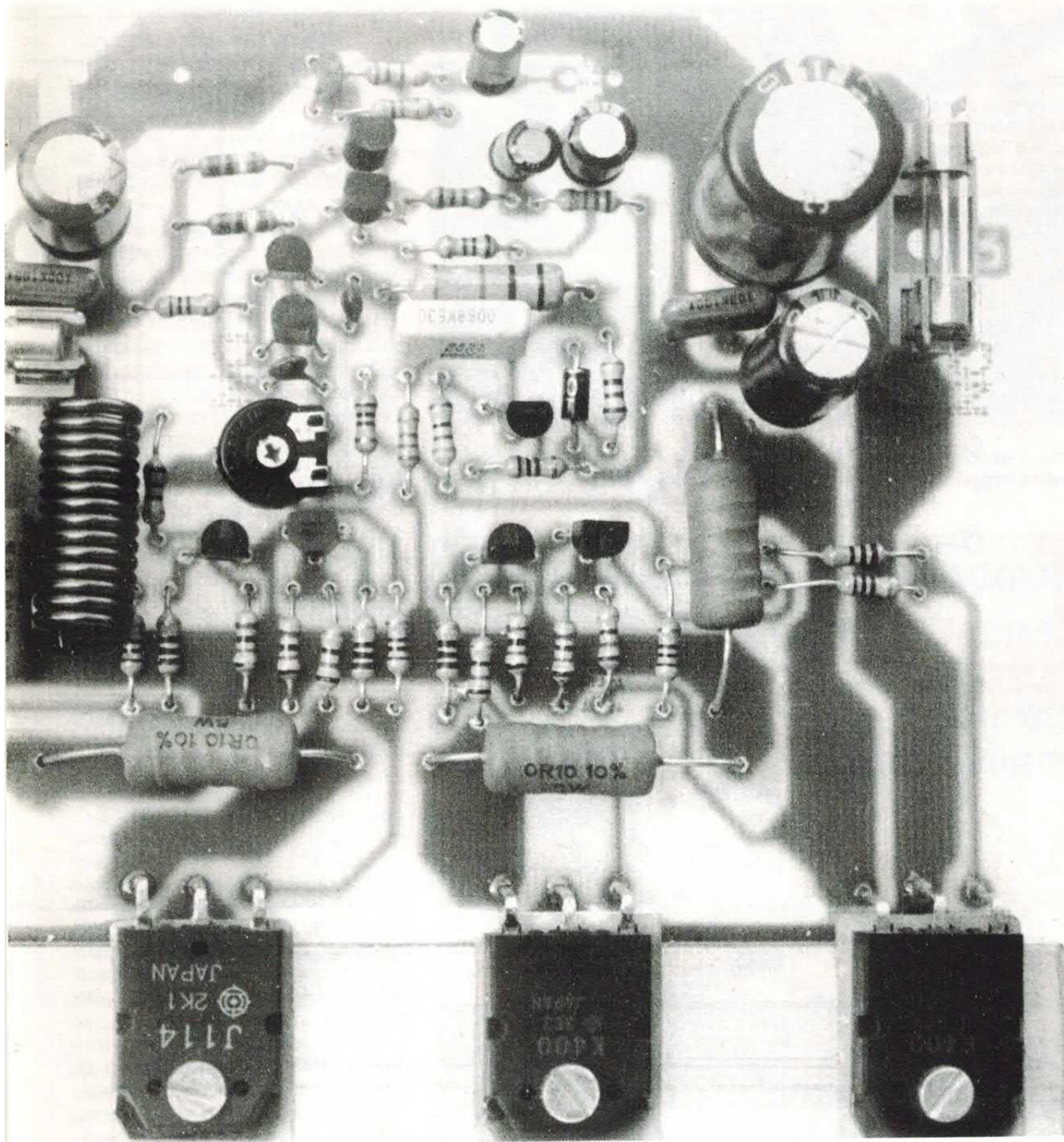
di ARSENIO SPADONI

I watt del vostro home hi-fi non vi bastano e volete qualcosa di più corposo? Volete far "esplodere di musica" la vostra stanza? Dovete sonorizzare una discoteca? Bene, da oggi avete a portata di mano la soluzione ai vostri problemi: il nostro nuovo amplificatore di potenza a mosfet, progettato e realizzato per gli impegni più gravosi e capace di offrire veramente tanti watt.

Dobbiamo subito puntualizzare una cosa: in realtà gli amplificatori sono due, cioè uno "singolo" ed uno a ponte, che è poi quello di maggior potenza. Il singolo, descritto in questa prima puntata, può erogare ben 300 watt su 4 ohm e 150W su 8 ohm; l'amplificatore a ponte, che vedremo nei dettagli nella seconda puntata, il mese prossimo, è invece formato da due moduli da 300 watt funzionanti in controfase e quindi dotati di un circuito supplementare: lo sfasatore.

I due amplificatori connessi a ponte sono in grado di erogare una potenza R.M.S. di circa 600W, ovvero 1000 watt di picco.

Naturalmente su carico (altoparlante) di 8 ohm, perché su 4 ohm, nonostante l'intervento delle protezioni tuteli lo stato di salute dei mosfet, la corrente di uscita risulterebbe troppo alta.

Comunque entrambi gli amplificatori offrono una potenza tale da sconquassare i timpani di vicini e ... lontani!

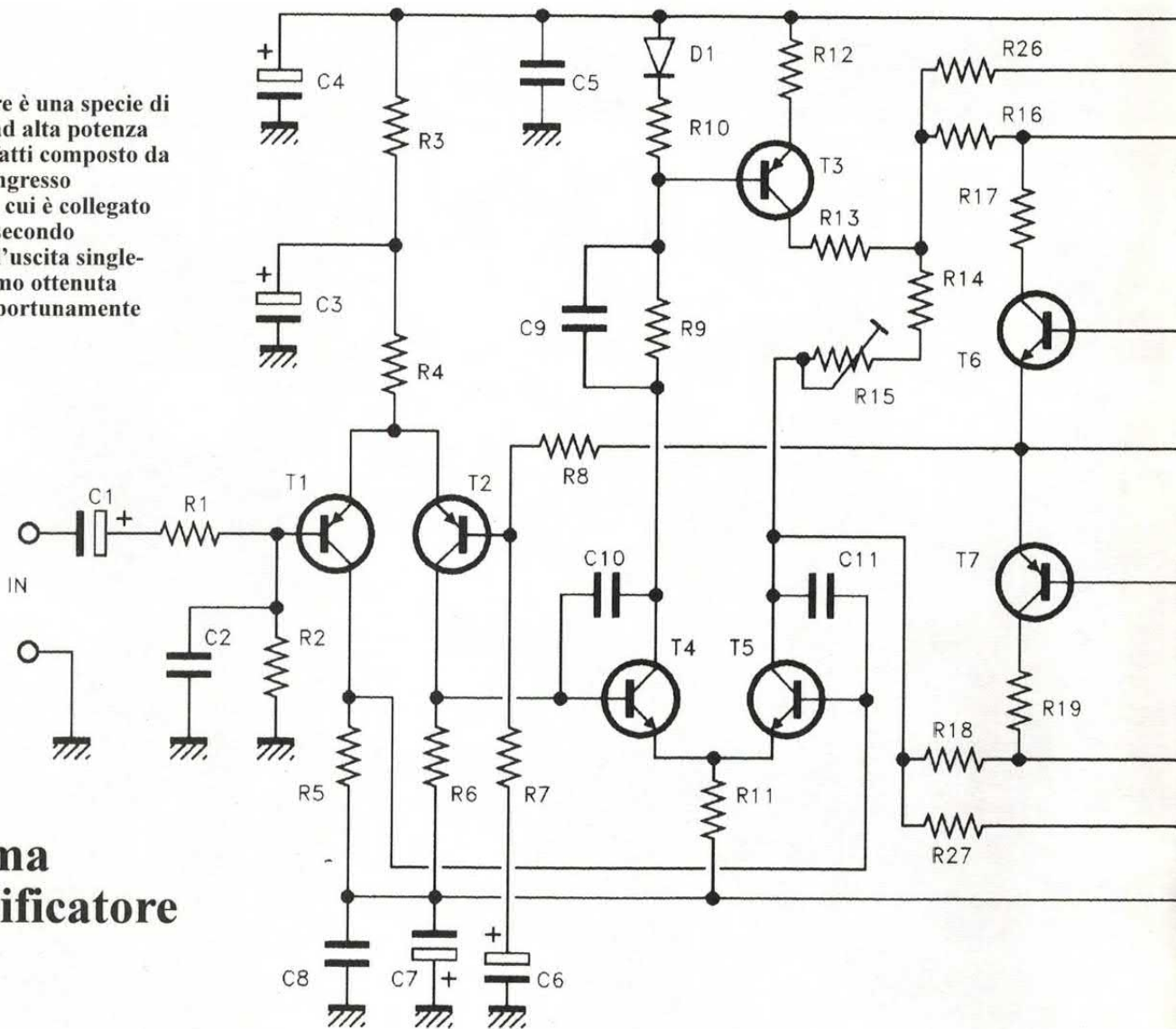
In questo articolo presentiamo

anche lo schema di un possibile alimentatore per l'amplificatore, studiato per ricavare ±72 volt continui partendo da 52+52 Veff. forniti dal secondario di un trasformatore da rete.

Ma avremo modo di approfondire l'argomento "alimentazione" più avanti; procediamo con ordine e riprendiamo il discorso relativo all'amplificatore vero e proprio. In questo articolo vedremo come è fatto il modulo da 300W su 4 ohm, che è poi l'elemento di base dell'amplificatore di maggior potenza: il ponte da 600W R.M.S. di cui parleremo nel prossimo fascicolo e che vi raccomandiamo sin d'ora di non perdere.

L'amplificatore da 300W è stato realizzato impiegando dei prodotti relativamente nuovi della Hitachi: i mosfet 2SK400 e 2SJ114, rispettivamente a canale N e a canale P.

Si tratta di una coppia complementare capace di dissipare 100 watt (a 150 °C di temperatura di giunzione) e di "reggere" 8 ampére di corrente di drain.

I mosfet sono entrambi incapsulati in contenitore plastico (SOT-93, detto anche TO3-P) nero, che è molto più pratico del TO-3 a cui eravamo abituati dai tempi dei gloriosi 2SK135 e 2SJ50; ed è più sicuro perché la vite di fissaggio non può toccare in alcun modo il drain, poiché il foro di fissaggio (3,5 mm di diametro) è realizzato nella plastica.

L'amplificatore è una specie di operazionale ad alta potenza di uscita: è infatti composto da uno stadio d'ingresso differenziale a cui è collegato in cascata un secondo differenziale; l'uscita single-ended l'abbiamo ottenuta collegando opportunamente T3 e T5.

schema amplificatore

La parte metallica posteriore, collegata al terminale di drain, è ricavata attorno al cerchio isolante del foro di fissaggio.

IL NOSTRO AMPLIFICATORE (CARATTERISTICHE TECNICHE)	
Tensione di alimentazione	± 72 V
Corrente massima assorbita	4,5 A per ramo
Potenza massima di uscita	300 W rms
Impedenza di uscita	4 o 8 ohm
Banda passante	10÷50.000 Hz
Distorsione armonica	< 0,1 %

La potenza è riferita al funzionamento a 1000 Hz con tensione sinusoidale e carico resistivo di 4 ohm; sempre su carico resistivo, ma da 8 ohm, la potenza ammonta a 150 watt.

Per il nostro amplificatore abbiamo dovuto impiegare due coppie complementari di mosfet, visto che la corrente necessaria ad ottenere 300 watt su carico di 4 ohm è di oltre 8,5 ampére, valore che non può essere accettato da un solo finale. Ma vediamo lo schema elettrico dell'amplificatore, che è illustrato per intero in queste pagine.

Nello schema si notano immediatamente i quattro mosfet di potenza, due per ciascuna semionda; il circuito è un tantino complesso, non solo per la struttura preamplificatore/pilota a doppio differenziale, ma anche per le protezioni da sovraccarico in uscita, che abbiamo voluto inserire per difendere i costosi mosfet da situazioni che non è raro si verifichino: ad esempio il cortocircuito accidentale dei morsetti di uscita durante i collegamenti o dovuto alla oppure l'improvviso abbassamento dell'impedenza di carico che si può verificare a determinate frequenze con casse acustiche molto induttive.

Ancora, il collegamento in

può prelevare un segnale in fase con quello applicato all'ingresso del circuito (IN) anche se di ampiezza maggiore; tale segnale viene applicato ai gate dei quattro mosfet: a T9 e T13 mediante le resistenze R18 ed R27; a T8 e T12 arriva per effetto della caduta di tensione su R14 ed R15.

Quest'ultimo è un trimmer che serve a regolare la corrente di riposo dell'amplificatore: infatti senza segnale in ingresso la corrente continua di collettore di T5 determina una certa caduta di tensione ai capi della serie R14-R15, e quindi una certa differenza di potenziale tra i gate dei mosfet T8-T12 e T9-T13; maggiore è il valore delle resistenze, più elevata è la differenza di potenziale tra i gate. Più alta è la differenza di potenziale, più sono polarizzati i mosfet, la cui corrente di drain aumenta; riducendo la differenza di potenziale tra i gate si tende a spegnere i mosfet e la loro corrente diminuisce.

SENZA DISTORSIONE

Per garantire il funzionamento dell'amplificatore in classe AB, ovvero per ottenere una riproduzione del segnale senza distorsione di incrocio, occorre dare un minimo di polarizzazione ai mosfet, cioè applicare loro una tensione continua tra gate e source tale da portarli al limite della conduzione. A questo serve il trimmer R15, che consente di aggiustare con precisione la differenza di potenziale tra i gate dei mosfet a canale N e P, compensando le inevitabili e non trascurabili differenze tra i diversi componenti

parallelo di numerosi altoparlanti che possono portare ad un'impedenza troppo bassa, minore di 4 ohm. In tutti questi casi la protezione garantisce l'incolumità dell'intero amplificatore, anche se in caso di cortocircuito prolungato dell'uscita, ad alta potenza, possono saltare i finali; vedremo tra breve il perché.

LO STADIO D'INGRESSO

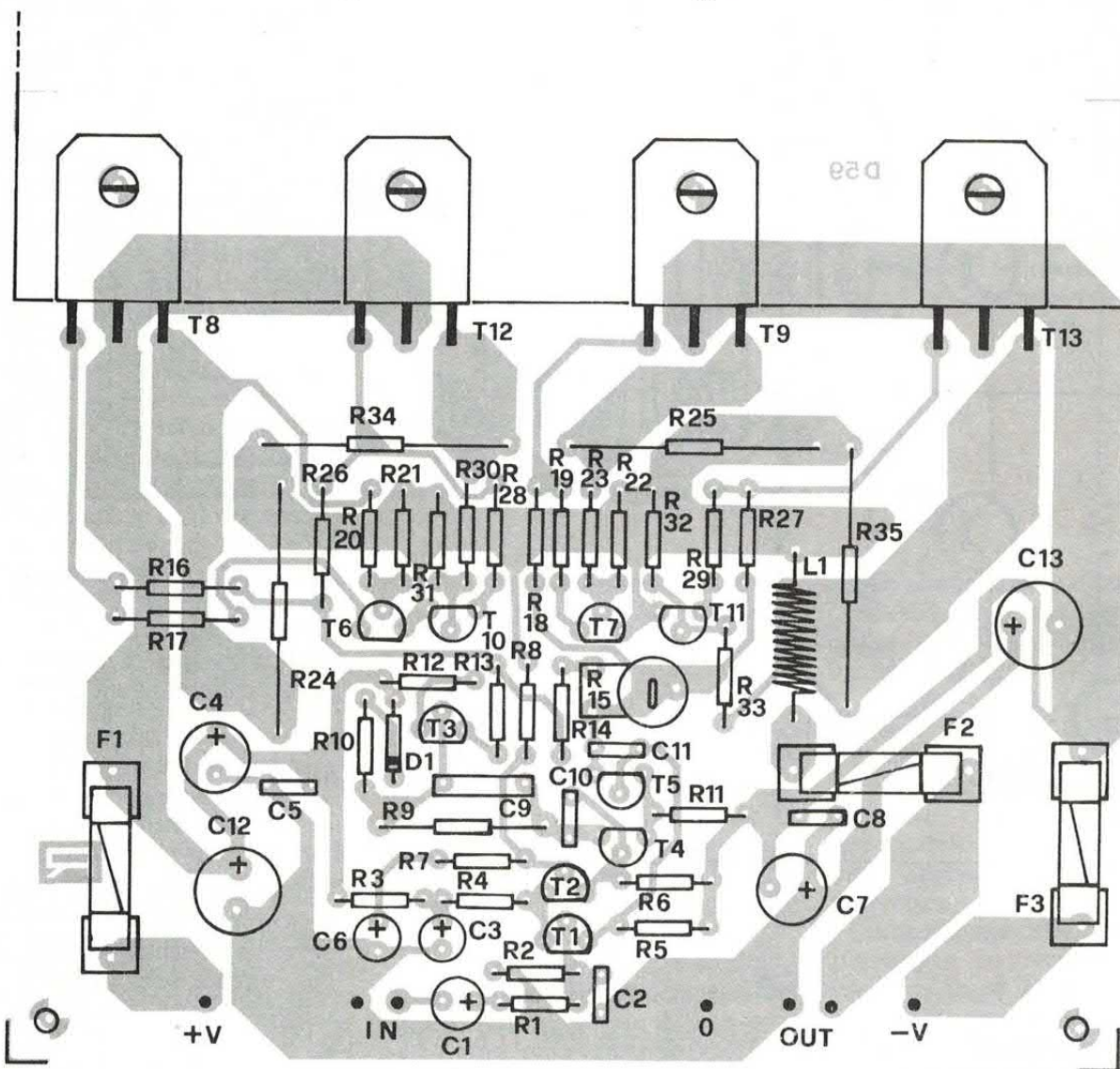
Esaminiamo rapidamente lo schema nei dettagli. La sezione di ingresso e di pilotaggio è realizzata da cinque transistor ad alta tensione di lavoro: tre PNP (MPSA92) e due NPN (MPSA42). La configurazione è a differenziali in cascata e somiglia un po' a quella usata negli amplificatori operazionali integrati.

Il primo amplificatore differenziale, formato dai PNP T1 e T2, eleva l'ampiezza del segnale di ingresso e funge da primo elemento della catena di retroazione. Dai collettori di T1 e T2 i segnali giungono a T4 e T5, che formano il secondo differenziale; va notato che gli elementi amplificatori del segnale di ingresso sono in realtà T1 e T5.

Sul collettore di quest'ultimo si

PER I COLLEGAMENTI

Alla massima potenza di uscita il finale eroga oltre 8 ampére di corrente all'altoparlante, un'intensità rilevante che richiede, per il collegamento dall'uscita dello stampato al carico, cavi di sezione adeguata: almeno 2,5 mm quadri, ma sarebbe meglio, soprattutto nel caso si debbano realizzare collegamenti lunghi diversi metri, usare filo da 4 mm quadri.
Fili di diametro inferiore possono determinare cadute di tensione tali da ridurre sensibilmente la potenza di uscita; inoltre cavi di diametro inadeguato possono surriscaldarsi pericolosamente.

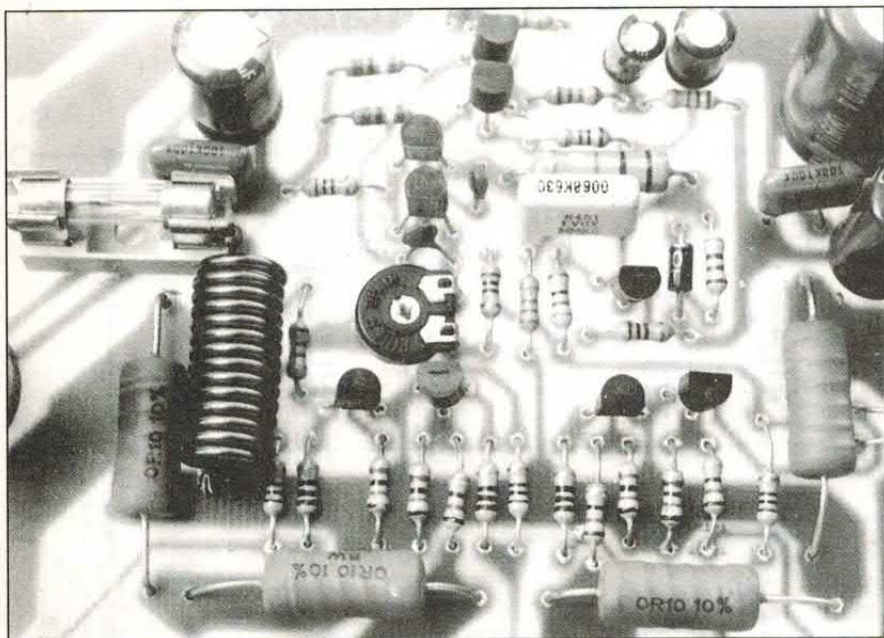
componenti dell'amplificatore

COMPONENTI (amplificatore)

R1 = 2,2 Kohm
R2 = 47 Kohm
R3 = 27 Kohm
R4 = 22 Kohm
R5 = 3,9 Kohm
R6 = 3,9 Kohm
R7 = 1 Kohm
R8 = 33 Kohm
R9 = 12 Kohm 1 W
R10 = 150 ohm
R11 = 100 ohm
R12 = 100 ohm
R13 = 47 ohm
R14 = 100 ohm
R15 = 470 ohm trimmer
R16 = 100 ohm
R17 = 1 ohm
R18 = 100 ohm
R19 = 1 ohm
R20 = 180 ohm
R21 = 1 Kohm
R22 = 1 Kohm

disponibili in commercio.

Il transistor T3 funziona da generatore di corrente costante e, lo vedremo tra poco, da elemento di retroazione; fa in pratica da carico del collettore di T5. I mosfet finali funzionano "in parallelo" e sono connessi a drain comune; ciascuno è dotato di un limitatore della corrente di source a cui fa capo la protezione di cui parlavamo poco fa.

Il funzionamento del limitatore è semplice: i transistor T6, T7, T10 e T11, controllano la caduta di tensione ai capi delle resistenze di source del mosfet, entrando in conduzione per un determinato valore e cortocircuitando i terminali di gate e source degli stessi. Per fare un esempio prendiamo la rete facente capo a T6, il quale è normalmente interdetto; quando la corrente di uscita (ovvero di source) del mosfet T8 supera 6 ampére (in regime sinusoidale 4,5 ampére efficaci) la caduta di tensione ai capi della R24 oltrepassa 0,6 volt, che è la tensione di soglia del transistor.

Quest'ultimo entra allora in conduzione tra collettore ed emettitore, abbassando drasticamente il potenziale di gate del T8: infatti la R17 praticamente cortocircuita verso

R23 = 180 ohm
R24 = 0,1 ohm 4 W
R25 = 0,1 ohm 4 W
R26 = 100 ohm
R27 = 100 ohm
R28 = 1 ohm
R29 = 1 ohm
R30 = 180 ohm
R31 = 1 Kohm
R32 = 1 Kohm
R33 = 180 ohm
R34 = 0,1 ohm 4 W
R35 = 0,1 ohm 4 W
C1 = 10 µF 63Vl
C2 = 47 pF
C3 = 4,7 µF 63Vl
C4 = 100 µF 100Vl
C5 = 100 nF 100V
C6 = 47 µF 50Vl
C7 = 100 µF 100Vl
C8 = 100 nF 100V
C9 = 6,8 nF 250V poliestere
C10 = 33 pF
C11 = 33 pF
C12 = 470 µF 100Vl
C13 = 470 µF 100Vl
D1 = 1N4004
T1 = MPSA92
T2 = MPSA92
T3 = MPSA92
T4 = MPSA42
T5 = MPSA42
T6 = BC547B
T7 = BC557B
T8 = 2SK400
T9 = 2SJ114
T10 = BC547B
T11 = BC557B
T12 = 2SK400
T13 = 2SJ114
L1 = vedi testo
F1 = Fusibile 10A, 5x20 rapido
F2 = Fusibile 10A, 5x20 rapido
F 3 = Fusibile 10A, 5x20 rapido

l'uscita il gate del mosfet T8, poiché è di valore 100 volte minore della R16.

COME FUNZIONA IL LIMITATORE

La brusca diminuzione della tensione di gate del mosfet lo farebbe spegnere, ma spegnendosi verrebbe a mancare la corrente di source, quindi la causa che ha mandato in conduzione T6; in realtà T8 non viene spento ma resta acceso finché la sua corrente di drain (e quindi di source) non supera i 6 ampére. Cioè la sua corrente di drain (quindi quella che attraversa la R24) non può oltrepassare 6 ampére poiché in tal caso T6 va in conduzione limitando la sua Vgs (tensione gate-source).

Il discorso appena fatto vale per anche T9, T12 e T13. Per quanto detto, la protezione in corrente non si attiva nel caso il carico sia staccato, a meno di non fare un cortocircuito tra i morsetti di uscita, allorché l'intervento sarebbe immediato con evidente emissione di scintille tra i fili in contatto.

Inoltre, lavorando con carico di 8 ohm è praticamente impossibile che la protezione intervenga limitando la potenza di uscita in quanto con un carico di 8 hm la corrente che circola nei finali è la metà rispetto al caso precedente; ovviamente la protezione interviene sempre in caso di cortocircuito all'uscita.

IL LIMITE DELLA PROTEZIONE

E' bene notare che la protezione non può salvare "la vita" ai mosfet in caso di cortocircuito prolungato dei morsetti di uscita; questo non tanto per una questione di sovracorrente, poiché, lo abbiamo visto, la protezione limita effettivamente e perfettamente la corrente di ciascun transistor.

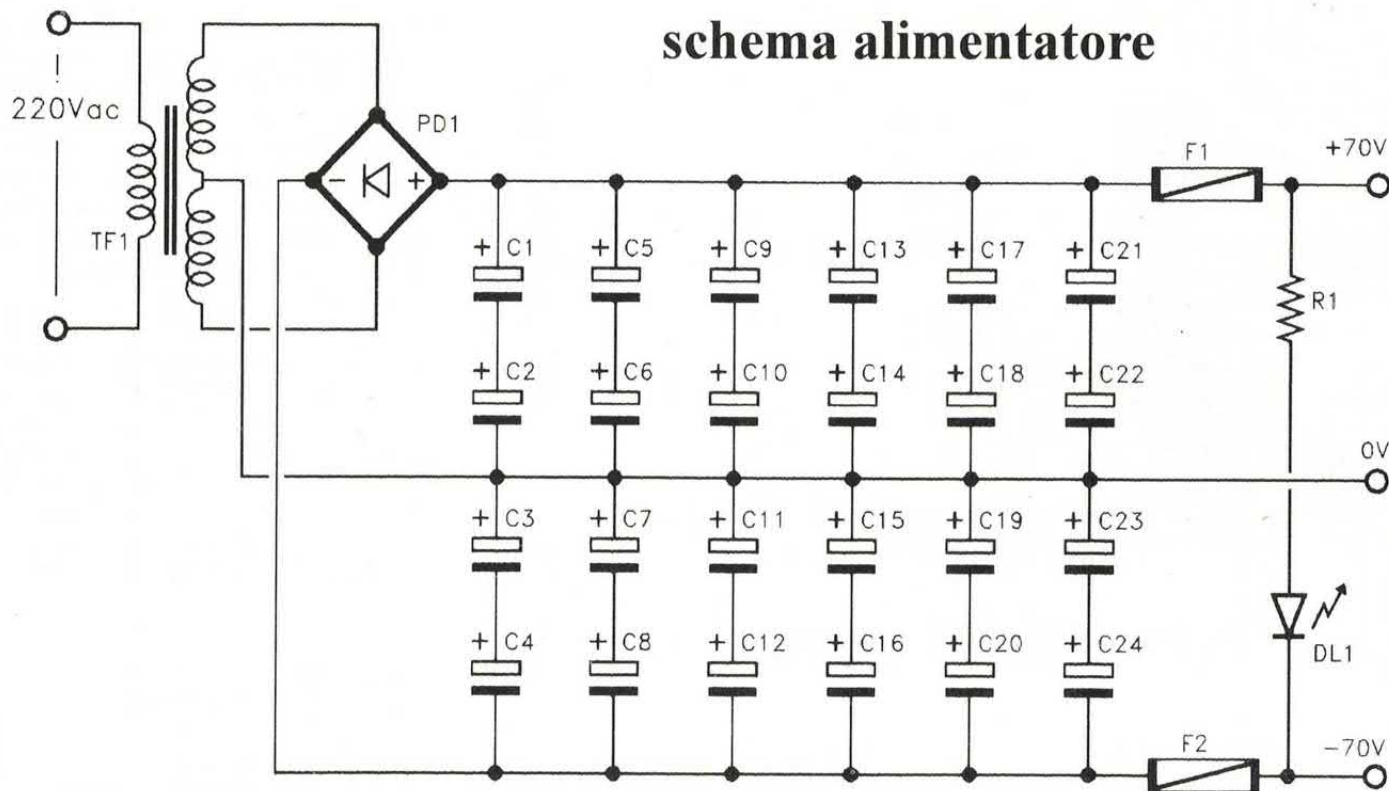
Il problema è la potenza che deve dissipare ciascun mosfet in protezione, che è elevatissima: circa 250 watt, mentre ciascun componente regge 100 watt. Per qualche secondo non accade nulla, dato che il chip del mosfet regge il sovraccarico; subito dopo però il chip si surriscalda fino a fondere.

Per questo la protezione va intesa più come tutela dai sovraccarichi anche non brevi, che come protezione dal cortocircuito permanente.

Comunque conferisce una certa robustezza al finale, che può affrontare tranquillamente le situazioni più difficili.

Lo stadio di potenza (cioè i mosfet) lavora in classe AB complementare perciò i transistor a canale N (T8 e T12) conducono in semionda positiva e quelli a canale P (T9 e T13) lavorano con le semionde negative; il segnale viene così ricostruito nel punto di unione delle resistenze di source: R24, R25, R34, R35.

Da esso raggiunge l'uscita e quindi l'altoparlante attraverso l'induttanza di filtro L1 ed il fusibile

schema alimentatore

F2, che fa da ulteriore protezione per l'altoparlante; il fusibile è utile per proteggere l'altoparlante nel caso durante il montaggio commettiate qualche errore e una delle tensioni di alimentazione tenda a scaricarsi su di esso.

Completa l'amplificatore la rete di retroazione, che mediante il partitore R8-R7 preleva una porzione del segnale di uscita; questa "porzione" raggiunge la base del T2 (parliamo di porzione perché in presenza di segnale entro la banda passante, C6 diviene un cortocircuito e pone a massa R7) facendolo lavorare analogamente a T1 e facendo quindi in modo da ostacolarne il funzionamento.

Oltre alla retroazione esercitata sul T1, il transistor T2 agisce, pilotando T4 e quindi T3, direttamente sui finali, limitando l'escursione della tensione di uscita. Vediamo in breve come opera la rete di retroazione: se applichiamo all'ingresso dell'amplificatore una tensione sinusoidale e consideriamo il periodo in cui la stessa aumenta di valore, possiamo verificare che la tensione di uscita assume lo stesso andamento, ovvero aumenta anch'essa; T2 si trova quindi a lavorare in fase rispetto a T1, e poiché tende all'interdizione (come il T1) lascia aumentare il potenziale di emettitore di quest'ultimo, che per forza di cose deve entrare un po' più in conduzione.

Per l'alimentatore abbiamo impiegato tanti condensatori a bassa tensione piuttosto che pochi, ma nel complesso più costosi, ad alta tensione (100 volt). Il ponte richiede il dissipatore.

LA RETE DI REAZIONE

In pratica l'azione di T2 contrasta quella della tensione di ingresso. Inoltre, il potenziale di collettore di T2, come quello di T1, diminuisce, cosicché quello di collettore del T4 aumenta mandando verso l'interdizione T3; questo contrasta l'effetto dell'aumento di potenziale del collettore del T5, poiché T3, tendendo a spegnersi, fa diminuire il potenziale di gate dei mosfet a canale N (T8 e T12) che dovrebbe essere, per effetto del segnale di ingresso, in aumento.

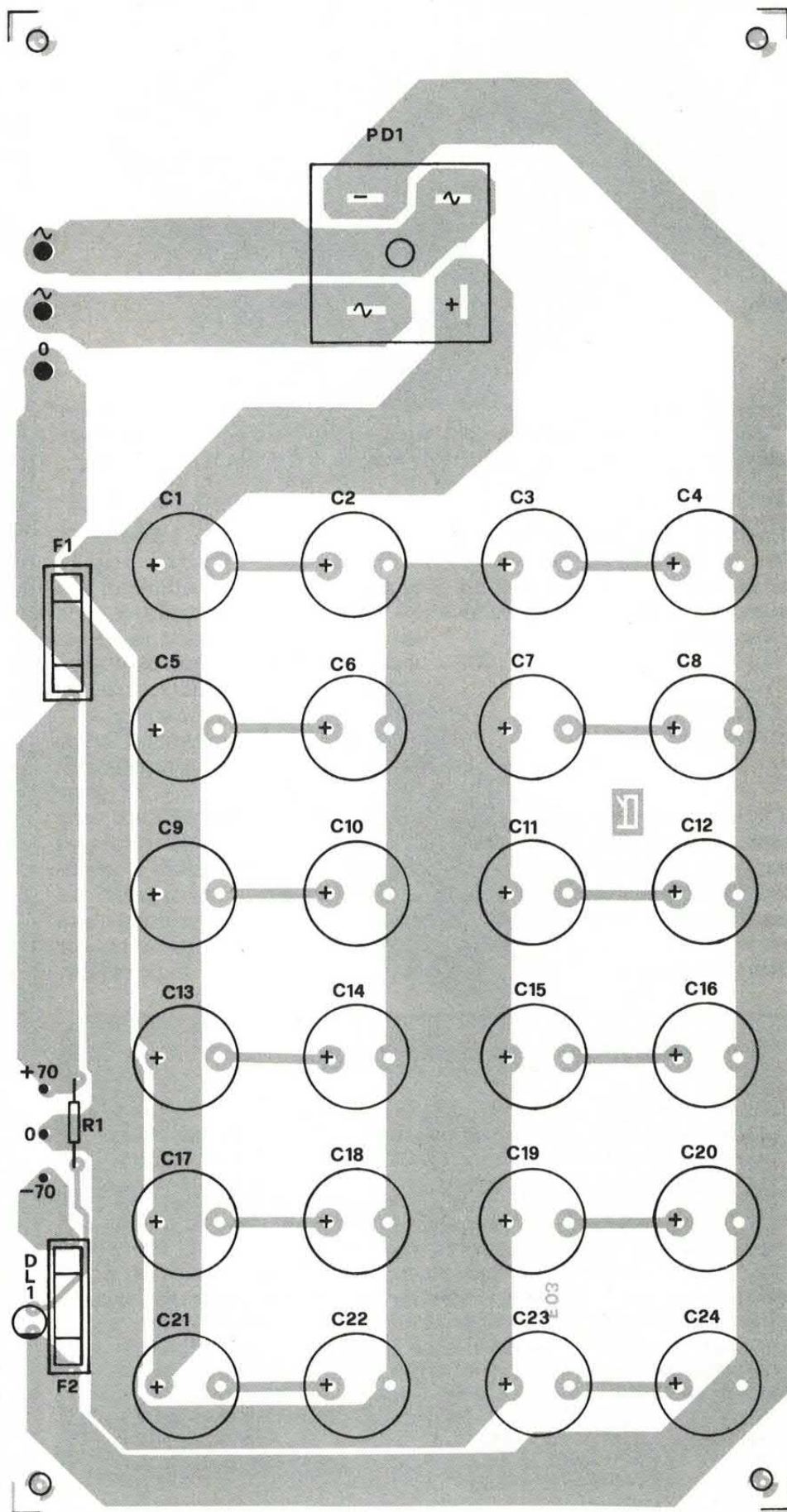
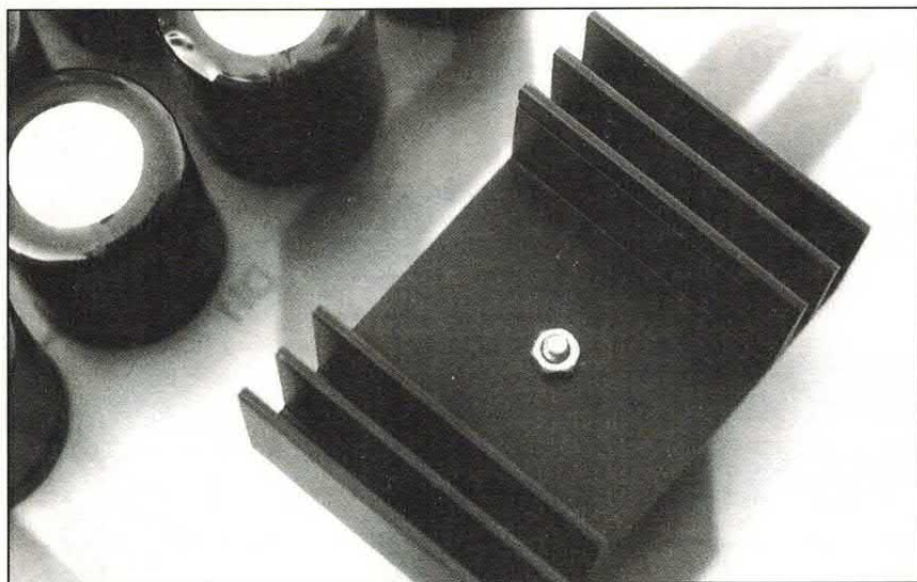
Bene, per il finale questo è tutto; almeno per l'aspetto teorico.

montaggio alimentatore

COMPONENTI

(alimentatore)
R1 = 68 Kohm 0,5 W
C1 = 4700 µF 50Vl
C2 = 4700 µF 50Vl
C3 = 4700 µF 50Vl
C4 = 4700 µF 50Vl
C5 = 4700 µF 50Vl
C6 = 4700 µF 50Vl
C7 = 4700 µF 50Vl
C8 = 4700 µF 50Vl
C9 = 4700 µF 50Vl
C10 = 4700 µF 50Vl
C11 = 4700 µF 50Vl
C12 = 4700 µF 50Vl
C13 = 4700 µF 50Vl
C14 = 4700 µF 50Vl
C15 = 4700 µF 50Vl
C16 = 4700 µF 50Vl
C17 = 4700 µF 50Vl
C18 = 4700 µF 50Vl
C19 = 4700 µF 50Vl
C20 = 4700 µF 50Vl
C21 = 4700 µF 50Vl
C22 = 4700 µF 50Vl
C23 = 4700 µF 50Vl
C24 = 4700 µF 50Vl
DL1 = LED rosso
PD1 = Ponte raddrizzatore 400V 35A
F1 = Fusibile 10A, 5x20 rapido
F2 = Fusibile 10A, 5x20 rapido
TF1 = Trasformatore con primario 220V/50Hz, e secondario 52+52 Veff. (a presa centrale) 500VA

Le resistenze, salvo quelle per cui è specificato diversamente, sono da 1/4 di watt con tolleranza del 5% .

I mosfet Hitachi 2SJ114 e 2SK400 possono essere richiesti alla ditta Futura Elettronica (tel. 0331/576139). Il costo di ciascuna coppia è di 52mila lire.

La forte corrente richiesta dall'amplificatore impone che il ponte raddrizzatore sia dotato di un dissipatore di calore da non più di 8 °C/W; il radiatore va fissato al ponte con una vite 3 o 4 MA.

L'aspetto pratico, cioè la realizzazione, lo vedremo tra poco, dopo aver dato una breve occhiata all'alimentatore che abbiamo approntato per l'amplificatore.

IL CIRCUITO ALIMENTATORE

L'alimentatore, lo vedete dallo schema, è il classico circuito duale non regolato, che ricava una tensione continua simmetrica (rispetto a massa) da quella del secondario a presa centrale di un trasformatore da rete 220V/52+52V. Il compito di raddrizzare la tensione è assolto dal ponte a diodi PD1 (da ben 35 ampére) mentre alla batteria di ben 24 condensatori elettrolitici (ben divisi: 12 per ogni ramo di alimentazione) spetta il compito di livellare le tensioni raddrizzate, cioè di renderle il più possibile continue.

Il LED DL1 illuminandosi indica la presenza delle due tensioni di alimentazione: +72V e -72V (cioè 1,4142 volte il valore efficace delle tensioni date dal trasformatore) disponibili, dopo i fusibili di protezione, per gli amplificatori da alimentare. E passiamo alla costruzione dell'amplificatore, che si preannuncia un po' impegnativa.

IL DISSIPATORE

Abbiamo detto che i quattro mosfet vanno montati su una barretta di alluminio dello spessore di 5 mm e sagomata a "L"; Le sue dimensioni devono essere: 4x4 (profilo) x 13,5 centimetri. Questa barretta comunque non è certo il dissipatore, ma serve a condurre il calore dai mosfet, posti sullo stampato, al dissipatore di calore vero e proprio; quest'ultimo può essere di qualunque forma e deve avere resistenza termica di non più di 0,5 °C/W.
Per garantire una buona dispersione del calore, le due superfici in contatto debbono essere perfettamente in piano e ben aderenti tra loro. Consigliamo anche, sempre al fine di ottenere la massima dispersione di calore, di spalmare un abbondante strato di grasso al silicone su entrambe le zone di contatto. Barretta ad "L" e dissipatore vanno quindi premuti l'una contro l'altro mediante viti ben strette.
Se avete messo abbastanza silicone, un po' di questa sostanza dovrebbe fuoriuscire dai lati della barretta; se non la vedete vuol dire che non ne avete messo a sufficienza, quindi liberate le viti e mettete altro silicone dove vedete che manca.

Prima di tutto ci si deve preoccupare del circuito stampato, che si può realizzare per fotoincisione sfruttando la traccia del lato rame illustrata in queste pagine.

REALIZZAZIONE PRATICA

Dopo l'incisione è bene verificare la bontà delle piste di rame, soprattutto di quelle più larghe: è necessario che siano intatte lisce, non intaccate (nemmeno in parte) dal percloruro ferrico durante l'incisione. Quindi, se lo stampato è stato autocostruito, vi consigliamo di stagnare leggermente le piste più larghe, sciogliendovi sopra del filo di stagno da spargere poi con la punta calda del saldatore.

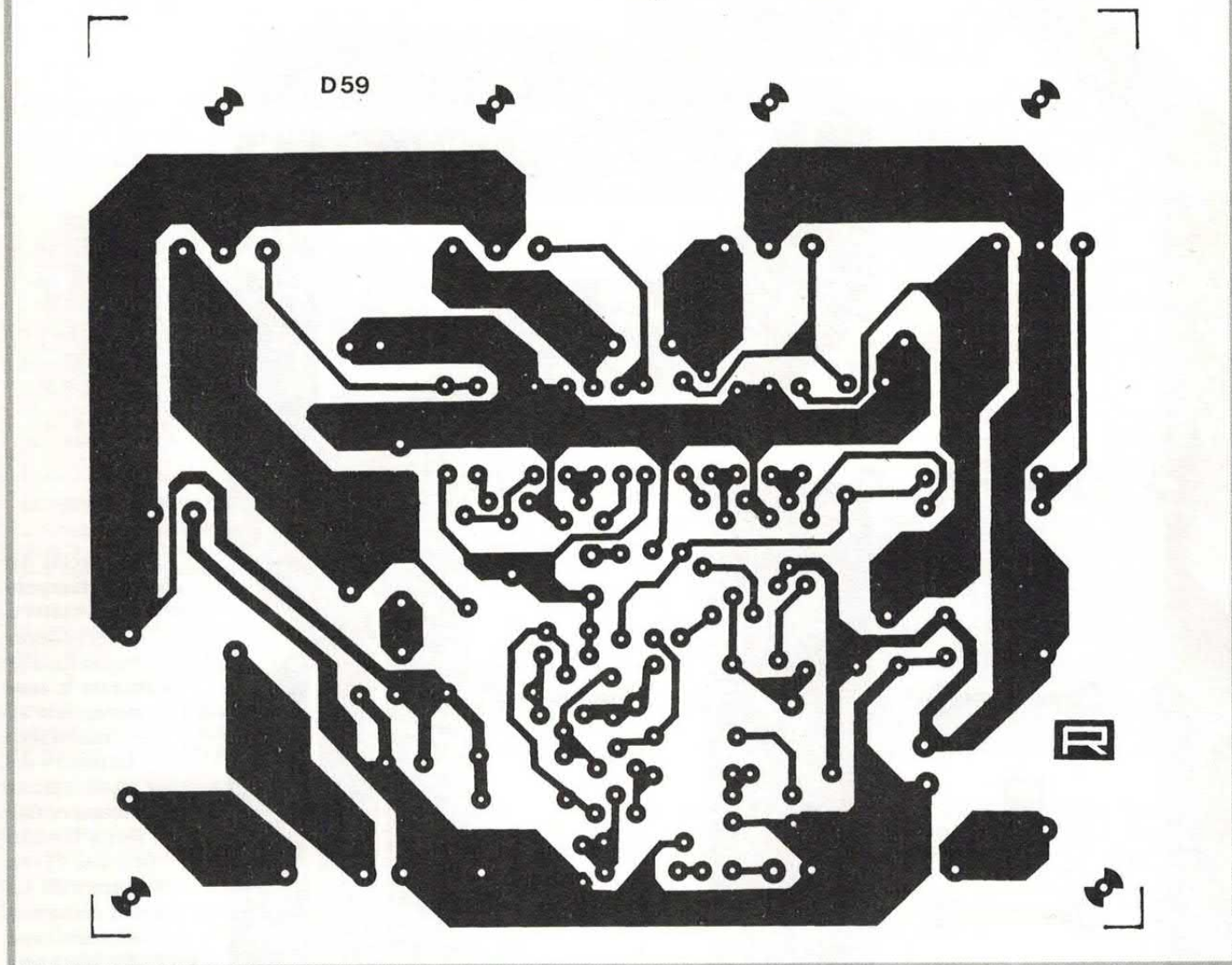
Nell'eseguire questa operazione evitate di tenere la punta del saldatore per più di un paio di secondi sullo stesso punto, onde evitare che per surriscaldamento il rame si possa staccare dalla basetta. Stagnate le piste e realizzati tutti i fori si può iniziare il montaggio con le resistenze (lasciate da parte quelle da 1 e 4 watt) il diodo al silicio (D1) ed il trimmer.

Quindi montate i transistor MPSA42 ed MPSA92, i condensatori non polarizzati, le resistenze da 1 e 4 watt: è consigliabile montare queste ultime col corpo distanziato almeno un paio di millimetri dallo stampato, onde consentire loro, durante il funzionamento, di smaltire il calore. Andranno poi montati i portafusibili, la bobina L1 (che va autocostruita avvolgendo in aria 13 spire di filo di rame smaltato del diametro di 1,2 mm, su diametro interno di 5 mm) ed i condensatori elettrolitici in ordine di altezza.

I mosfet andranno montati per ultimi, su una barretta di alluminio sagomata ad "L", dello spessore di 5 millimetri. La barretta va ovviamente forata per far passare le viti di fissaggio dei mosfet (ne occorrono quattro da 3MAx20).

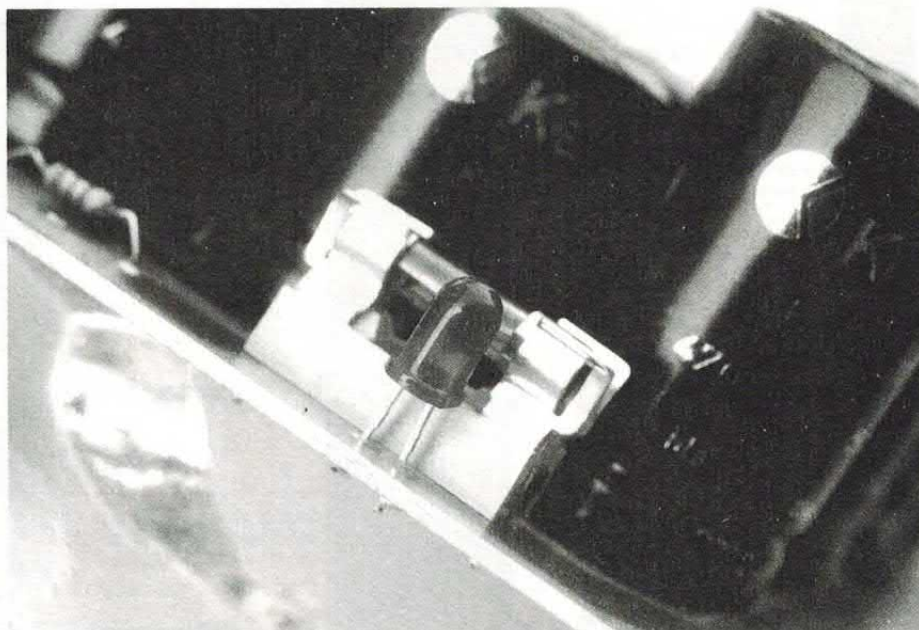
Per il montaggio consigliamo di piegare ad "L" i terminali dei transistor (vedere foto) e di infilarli nei relativi fori dello stampato; quindi appoggiate i mosfet, interponendo dei foglietti di mica (di dimensioni adeguate) spalmati di silicone su

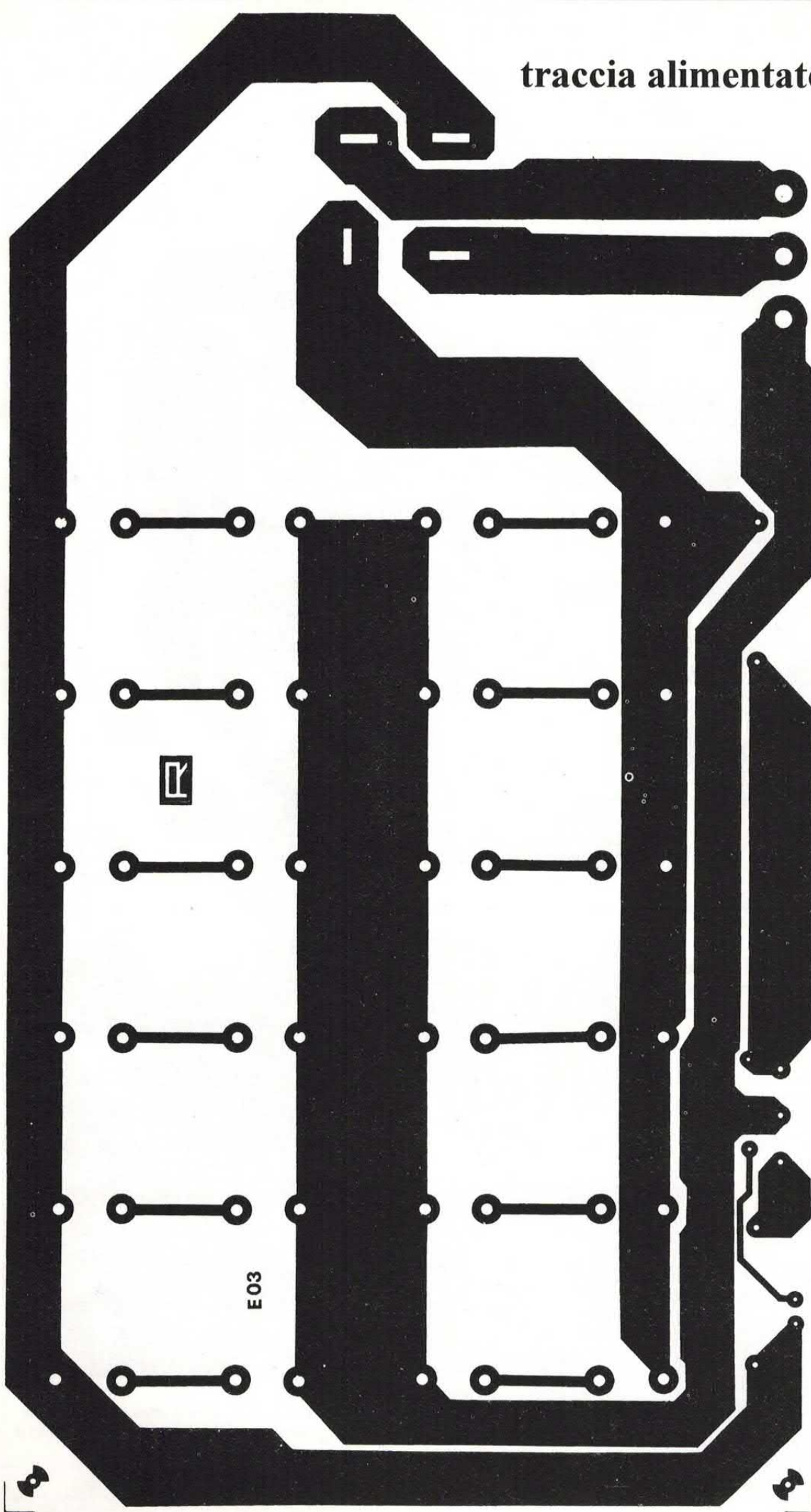
lato rame amplificatore

D59

entrambe le facce.

Inserite le viti nei fori dei mosfet e nella barra di alluminio e stringetele facendo attenzione che le miche non si spostino da sotto il corpo dei componenti. Strette le viti e verificata l'aderenza dei transistor alla barretta di alluminio si può procedere alla saldatura dei terminali.

Per comodità ricordiamo che guardando lo stampato dal lato componenti i mosfet 2SK400 vanno a sinistra mentre i 2SJ114 devono stare a destra. Bene, montato il tutto tagliate i terminali in eccesso (dal lato saldature) e verificate che non ne resti qualche pezzetto, magari a fare cortocircuito tra due piste.

Accertato che tutto è a posto si può procedere col montaggio dell'alimentatore; a tal proposito ricordiamo che se realizzerete anche questo stampato dovrete ricavare le asole per far passare i terminali (a

Sull'alimentatore un LED indica la presenza delle due tensioni di uscita; se salta anche solo uno dei due fusibili di protezione (entrambi rapidi da 10A) il diodo si spegne.

traccia alimentatore

La traccia del circuito stampato dell'alimentatore, a grandezza naturale. Per realizzare le cave necessarie ad innestare i terminali del ponte raddrizzatore fate più fori affiancati (almeno 5) con una punta da 1,5 mm di diametro, quindi uniteli con un cacciaviti o una limetta, o con la stessa punta del trapano.

linguetta) del ponte a diodi.

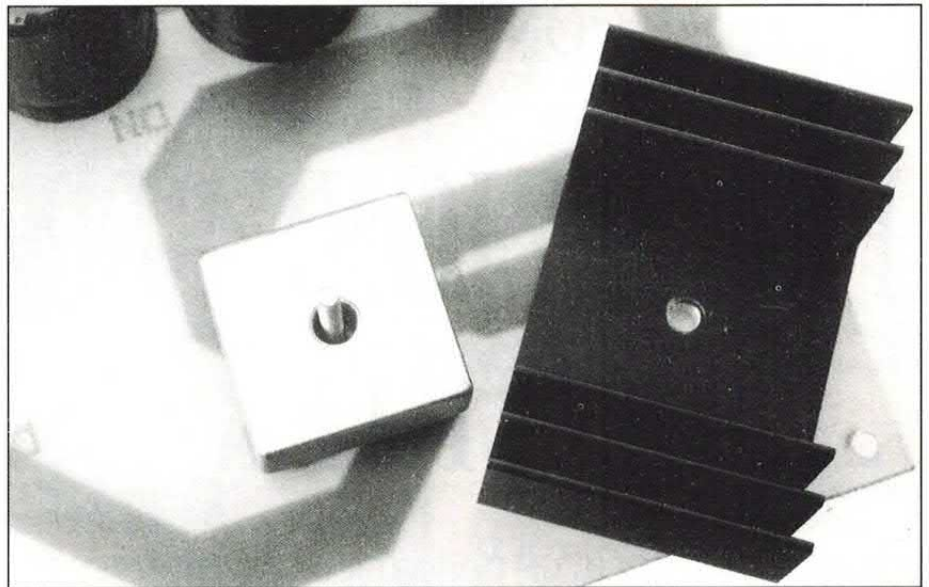
Le asole si possono ottenere eseguendo quattro o cinque fori affiancati con punta da 1,5 mm di diametro; i fori si possono quindi unire lavorando con il lato della punta del trapano (...vedendo di non spezzarla) o con la lama di un piccolo cacciavite. L'unica raccomandazione per il montaggio riguarda il rispetto della polarità degli elettrolitici e del LED, che altrimenti non si accende.

COLLAUDO E TARATURA

Il ponte raddrizzatore va dotato di un radiatore da 8÷10 °C/W di resistenza termica, interponendo tra i due del grasso di silicone; il dissipatore va fissato al ponte prima di inserire e saldare quest'ultimo sulla basetta. A proposito di saldatura, le linguette del ponte devono essere attorniate dallo stagno fuso sulle rispettive piazzole, pena una caduta di tensione anche apprezzabile nel contatto con lo stampato.

Per verificare il funzionamento delle piastre appena montate, collegate il secondario del trasformatore ai punti di ingresso dell'alimentatore, con lo zero volt al corrispondente punto dello stampato. Quindi collegate i capi del primario (del trasformatore, naturalmente) ad un cordone di rete realizzato con filo da almeno 2x0,75 mm quadri provvisto di spina da rete all'estremità.

Collegate i punti "+", 0 e "-" dell'alimentatore ai rispettivi punti dello stampato dell'amplificatore e disponete a metà corsa il cursore del trimmer di quest'ultimo. Inserite, se ancora non lo avete fatto, tutti i fusibili di alimentatore e finale. Collegate all'uscita dell'amplificatore una resistenza da 10 ohm, 10 watt, che farà da carico per le prove.

Inserite quindi la spina nella presa; il LED dell'alimentatore dovrebbe illuminarsi. Misurate, servendovi di un tester disposto alla lettura di tensioni continue con fondo scala di 100V, le tensioni di alimentazione dell'amplificatore; se sono esatte staccate la spina, attendete mezzo minuto, quindi, dopo aver disposto il tester alla misura di correnti continue con fondo scala di 500 mA, inseritelo al posto del fusibile del ramo positivo, che avrete preventivamente estratto.

Il ponte raddrizzatore va montato sul radiatore (interponendo della pasta al silicone) prima di saldarlo allo stampato; diversamente diverrà molto difficile stringere la vite di fissaggio.

PER CONCLUDERE

Il puntale positivo dello strumento va rivolto al punto di entrata dell'alimentazione. Accertatevi della stabilità dei collegamenti (se i puntali si staccano ad amplificatore alimentato potrebbero danneggiarsi alcuni transistor) quindi date alimentazione al trasformatore; leggete il valore della corrente e, se necessario, agite sul cursore del trimmer R15 del finale allo scopo di portare la corrente a circa 60 milliampére.

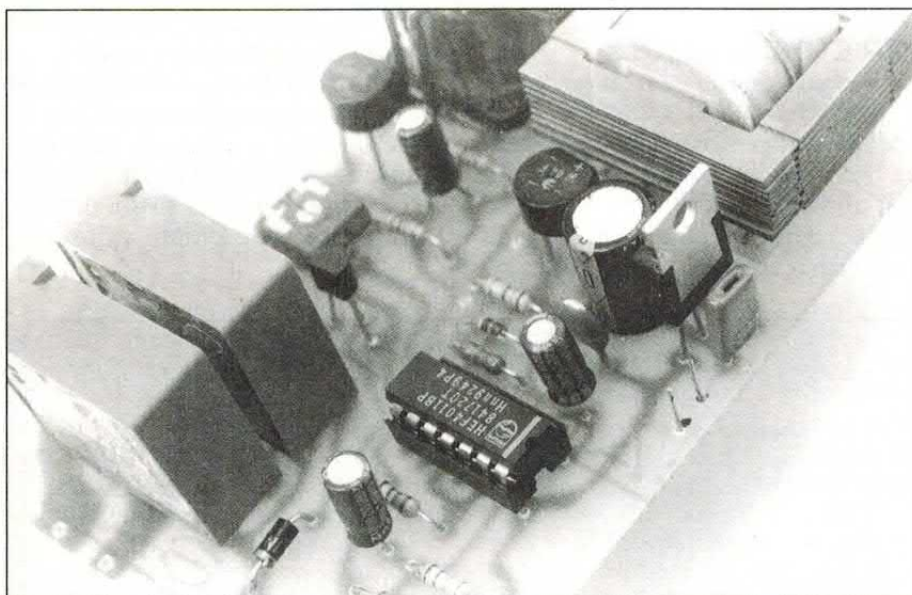
Fatto ciò la taratura è terminata; si può staccare l'alimentazione e, trascorso un minuto, si possono staccare i puntali del tester e riporre nella propria sede il fusibile tolto. L'amplificatore è pronto all'uso. □

LA TARATURA CON L'OSCILLOSCOPIO

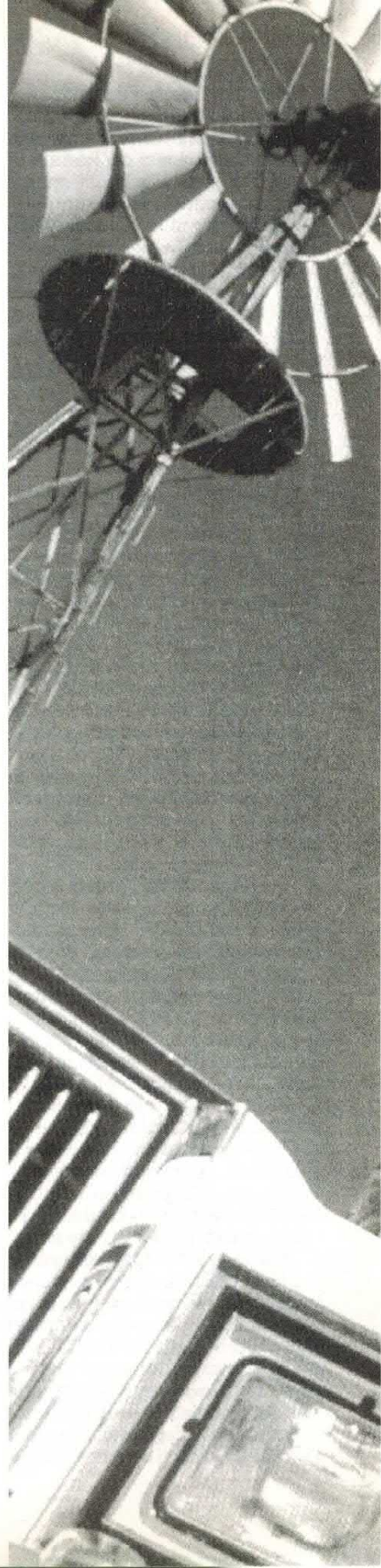
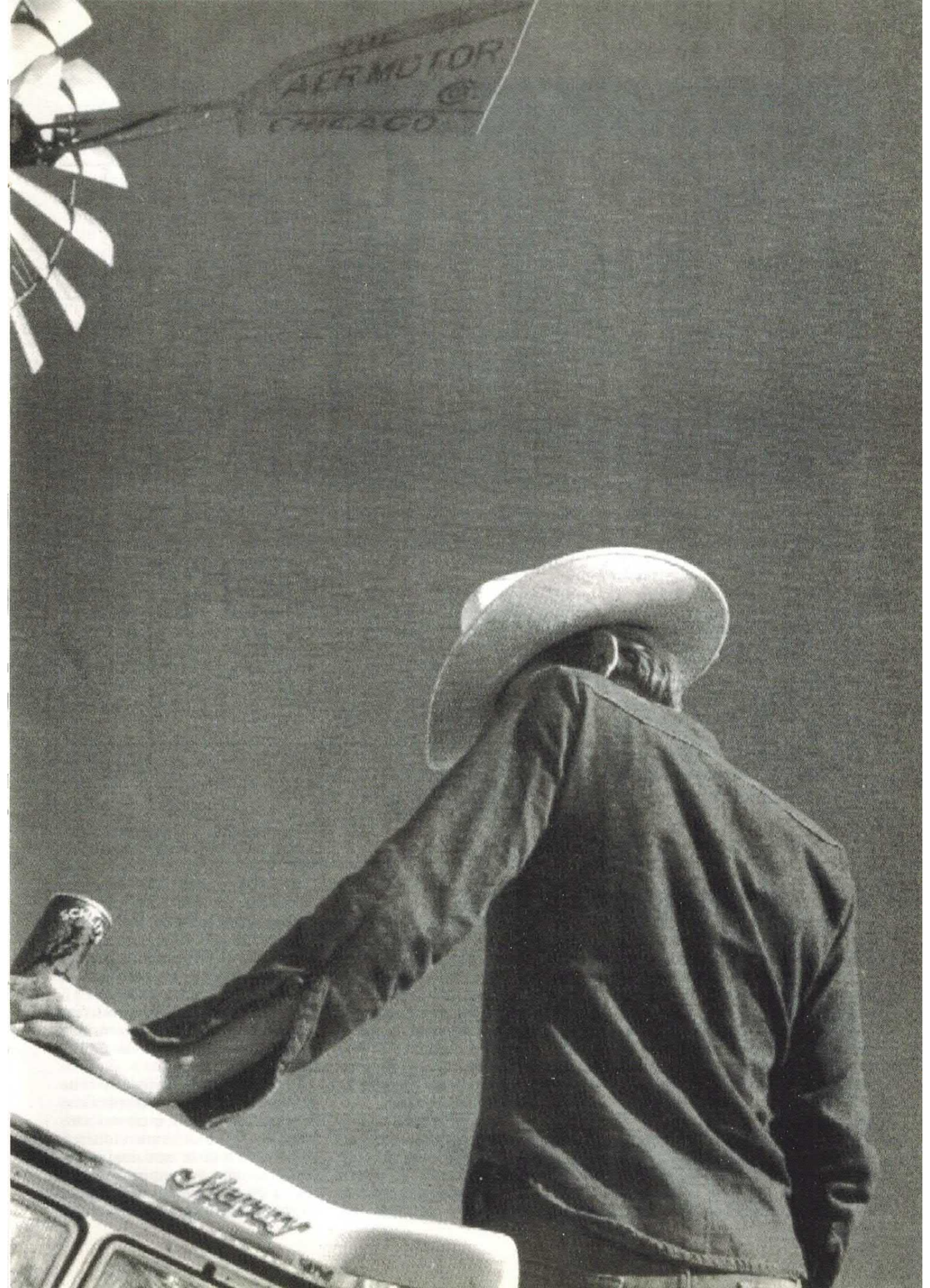
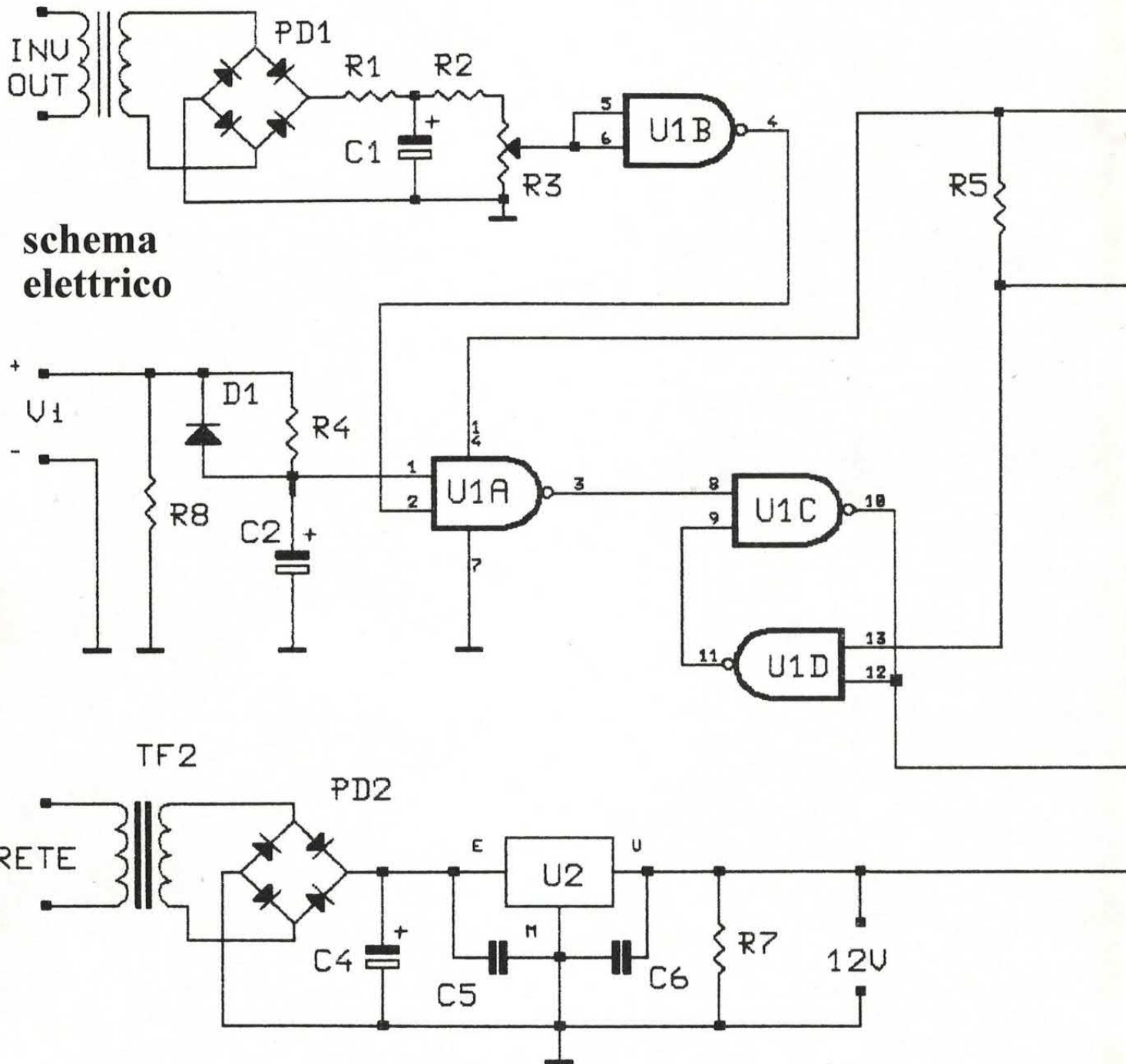
Disponendo di un generatore di segnale sinusoidale e di un oscilloscopio si può effettuare una taratura precisa dell'amplificatore; allo scopo occorre procurarsi una resistenza di carico da 8 ohm, 80÷100 watt, che può essere realizzata ponendo in serie otto resistenze da 1 ohm, 17W, o quattro da 2,2 ohm-21W. La resistenza così ottenuta va collegata ai punti di uscita del finale; ai terminali di ingresso va invece collegata l'uscita del generatore di segnale, che deve lavorare ad 1 KHz con ampiezza di 400÷500 millivolt efficaci. La sonda dell'oscilloscopio va collegata all'uscita del finale, in parallelo al carico.
Fatti tutti i collegamenti si può dare tensione al trasformatore ed agire sul cursore del trimmer R15 se la forma d'onda visualizzata dall'oscilloscopio appare distorta o comunque una semionda viene tagliata prima dell'altra. Se il carico a vostra disposizione riesce a reggere 150 watt senza andare in fumo provate ad aumentare l'ampiezza del segnale del generatore, fino a far tagliare la sinusoide in uscita dall'amplificatore (l'oscilloscopio deve avere una sonda x10, poiché si raggiungono ampiezze di circa 55V sul carico); verificate che quando si arriva al "clipping" le semionde vengano tagliate allo stesso modo.
Se non è così agite sul solito trimmer (R15) per uguagliare le due semionde, nei limiti del possibile.

PROTEZIONE PER INVERTER

POSTO ALL'USCITA DI UN INVERTER DC/AC PROVVEDE A TOGLIERGLI L'ALIMENTAZIONE DC QUALORA, PER UN GUASTO ALLO STADIO DI POTENZA, NON GENERI PIÙ LA TENSIONE ALTERNATA. È STATO STUDIATO PER L'INVERTER CHE ABBIAMO PUBBLICATO IN FEBBRAIO DI QUEST'ANNO, MA FUNZIONA PRATICAMENTE CON TUTTI GLI INVERTER 12/220V.

di DAVIDE SCULLINO

Se avete un po' di dimestichezza con gli inverter dc/ac tradizionali, cioè quelli ad onda quadra, a bassa frequenza, sapete cosa può accadere nel caso in cui saltino i finali, o per un guasto alla logica di controllo il circuito si blocchi lasciando in conduzione uno o più transistor dello stadio di pilotaggio del trasformatore elevatore.

Se non lo sapete ve lo diciamo noi: in questi casi l'inverter assorbe una corrente notevole, determinata dal fatto che l'alimentazione in continua (12, 24 volt, o che altro...) viene cortocircuitata attraverso il trasformatore elevatore, il cui avvolgimento primario, in continua, praticamente non ha resistenza elettrica.

La forte corrente può provocare problemi anche seri: il surriscaldamento e conseguente danneggiamento del filo che compone il primario del trasformatore, la distruzione dei transistor pilota del trasformatore, qualora un guasto alla logica di controllo li tenga

schema elettrico

costantemente in conduzione, la fusione dei conduttori che portano dalle batterie all'inverter.

Non solo; se le batterie non sono in grado di erogare la forte corrente assorbita dall'inverter in avaria, possono danneggiarsi irreparabilmente; e in tal caso si tratta di un danno non da poco, visto che una batteria al piombo costa parecchio, soprattutto se è ad elettrolita gelatinoso (piombo gel).

Per evitare spiacevoli danni nel caso l'inverter si "incarti" conviene dotarlo di un circuito di supervisione che controlli che tutto vada per il verso giusto, intervenendo qualora l'inverter si arresti. Lavorando con alcuni dei nostri inverter abbiamo risolto tale problema in maniera molto semplice: realizzando un circuito che controlla la presenza della tensione alternata all'uscita, e, se questa viene a mancare, interrompe il circuito di alimentazione del primario del trasformatore elevatore, ovvero toglie l'alimentazione in continua all'inverter.

Il nostro circuito è in pratica una specie di controller con attuatore, che gestisce l'alimentazione d'ingresso dell'inverter. E' chiaro che offre un buon grado di sicurezza, poiché controlla il sintomo più evidente manifestato dal blocco della commutazione sul trasformatore elevatore. Infatti se si guasta il circuito pilota (o uno dei finali di commutazione va in cortocircuito) il trasformatore non viene più pilotato ad impulsi o comunque a tensione variabile, e quindi non dà alcuna tensione al secondario.

Il circuito di controllo che abbiamo realizzato ve lo proponiamo in queste pagine, nelle quali tra l'altro trovate il suo schema elettrico completo e tutte le istruzioni per la realizzazione. Per capire cos'è in realtà il circuito di cui stiamo parlando conviene andare subito a

I due relé in parallelo permettono al circuito di commutare forti correnti: fino a 20 ampére. I relé vengono azionati se, essendo presente l'alimentazione a 12V (Vi) l'inverter non produce tensione alternata.

guardare lo schema elettrico; da un rapido sguardo appare come un circuito molto semplice, e del resto per svolgere la funzione di protezione di cui abbiamo appena parlato non serve altro che quello che vedete.

Per comprendere come funziona la protezione bisogna considerare come viene normalmente collegata all'inverter; ciò è presto detto: i punti "RETE" vanno collegati ad un'eventuale rete elettrica secondaria a 220 volt o tensione alternata di valore diverso. Qualcuno si chiederà che significato abbia alimentare la protezione con la tensione di rete quando l'inverter lavora per fornire proprio i 220 a.c.; già, perché se c'é la tensione di rete a cosa serve l'inverter?

Beh, abbiamo previsto l'eventualità di alimentare il circuito con una rete elettrica diversa da quella servita dall'inverter perché in alcuni casi, soprattutto nell'industria, può capitare di disporre di due reti elettriche distinte: una riservata ai computer o altri apparati elettronici, ed una per macchine utensili, automatismi, ecc. Bene, se l'inverter lavora su una sola delle linee elettriche si può alimentare il circuito con l'altra.

Nel caso più comune invece TF2 non serve, in quanto il circuito va alimentato direttamente con le batterie che alimentano l'inverter; in tal caso si applica l'alimentazione direttamente ai capi di C6 (il negativo va a massa). Se la tensione delle batterie supera 12 volt ma è minore di 35 volt si può applicare l'alimentazione (sempre al nostro circuito, s'intende) all'ingresso del regolatore di tensione U2, che provvede a limitarla a 12 volt esatti.

PER L'ALIMENTAZIONE

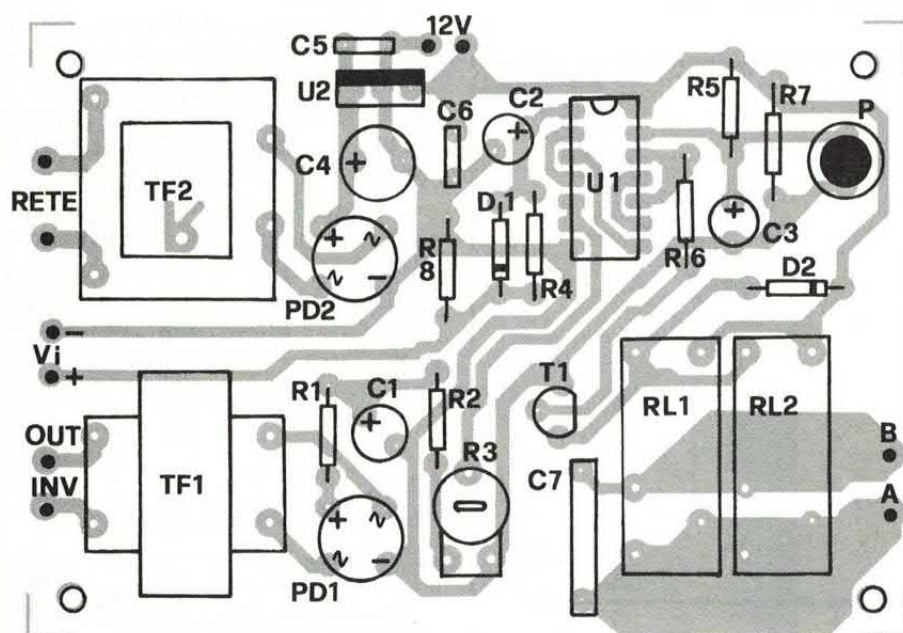
Insomma, per l'alimentazione si possono scegliere diverse vie. Però nel caso si prelevi l'alimentazione dalle batterie dell'inverter, qualora siano complessivamente da 12V, occorre prenderla proprio dai morsetti delle batterie stesse, e non dalle piste del circuito dell'inverter; ciò perchè in caso di blocco di quest'ultimo la corrente assorbita può determinare eccessiva caduta di tensione sui fili di alimentazione, riducendo sensibilmente il valore iniziale di 12 volt.

I punti "+" e "-" vi vanno collegati all'alimentazione del circuito di pilotaggio dell'inverter, ovviamente rispettando la polarità indicata; nel caso del nostro inverter pubblicato in febbraio 1993, i punti Vi del circuito di protezione vanno collegati a massa

COME USARE LA PROTEZIONE

Regolando opportunamente il trimmer R3 si può fare in modo che la protezione, oltre ad intervenire in caso di blocco dell'inverter, scatti quando la tensione alternata fornita in uscita da quest'ultimo è di valore troppo basso. Per ottenere ciò bisogna regolare il trimmer in modo che l'uscita della porta logica U1a stia a livello basso per tensioni ai punti "OUT INV" maggiori di 200 volt.
Per poter effettuare questa regolazione però occorre un variac, da collegare con l'ingresso all'uscita dell'inverter (la cui uscita non deve essere caricata) e con l'uscita ai punti "OUT INV" della protezione. Fatti i collegamenti si regola il variac in modo da leggere (con un tester disposto alla misura di tensioni ac con fondo scala di 500V) ai capi del primario di TF1 una tensione di 200 volt; quindi si agisce sul cursore del trimmer R3 ruotandolo fino a vedere (con un altro tester o con lo stesso, disposto per misure di tensioni in continua) il passaggio da uno a zero logico all'uscita della U1a.

COMPONENTI

R1 = 330 ohm
R2 = 8,2 Kohm
R3 = 22 Kohm trimmer
R4 = 680 Kohm
R5 = 150 Kohm
R6 = 15 Kohm
R7 = 1,5 Kohm
R8 = 1,5 Kohm

C1 = 47 µF 25Vl
C2 = 3,3 µF 25Vl
C3 = 1 µF 25Vl
C4 = 470 µF 25Vl
C5 = 100 nF
C6 = 100 nF
C7 = 220 nF 250V

D1 = 1N4148
D2 = 1N4002

PD1 = Ponte raddrizzatore 100V, 1A
PD2 = Ponte raddrizzatore 100V, 1A
U 1 = CD4011
U 2 = L7812
P = Pulsante unipolare
TF1 = Trasformatore da rete, 220V/9V, 1 VA
TF2 = Trasformatore da rete, 220V/12V, 2 VA
RL1 = Relè 12V, 1 scambio 10A
RL2 = Relè 12V, 1 scambio 10A

Le resistenze fisse sono da 1/4 di watt con tolleranza del 5%.

(il "-") e al piedino "E" del regolatore di tensione U3 (il "+").

Infine, l'alimentazione di potenza dell'inverter deve essere fatta passare attraverso gli scambi dei relè, ovvero dai punti "A" e "B", mentre i punti "OUT INV" devono essere collegati all'uscita dell'inverter, cioè ai punti che erogano i 220 volt. In tal modo il circuito può rilevare la presenza della giusta tensione all'uscita dell'inverter.

Dunque, ora che sappiamo come viene collegato il circuito di protezione possiamo agevolmente capire come funziona. Se l'inverter dà tensione all'uscita, tensione del valore esatto (200÷240 volt c.a.) ai capi del secondario del trasformatore TF1 si trova una tensione alternata del valore di circa 9 volt, che viene raddrizzata dal ponte a diodi PD1.

All'uscita del ponte si trovano degli impulsi che caricano il condensatore C1 attraverso R1, cosicché R2 ed R3 possono essere alimentati a tensione continua. La tensione prelevata dal cursore del trimmer R3, se questo è regolato opportunamente, è di valore sufficiente a far vedere agli ingressi della NAND U1a lo stato logico 1.

L'uscita di tale porta assume perciò lo zero logico, stato che si ritrova all'ingresso (piedino 2) di una seconda NAND: U1b. L'uscita di questa porta viene forzata ad uno logico e non influenza lo stato del bistabile che fa capo alle restanti due NAND: U1c e U1d.

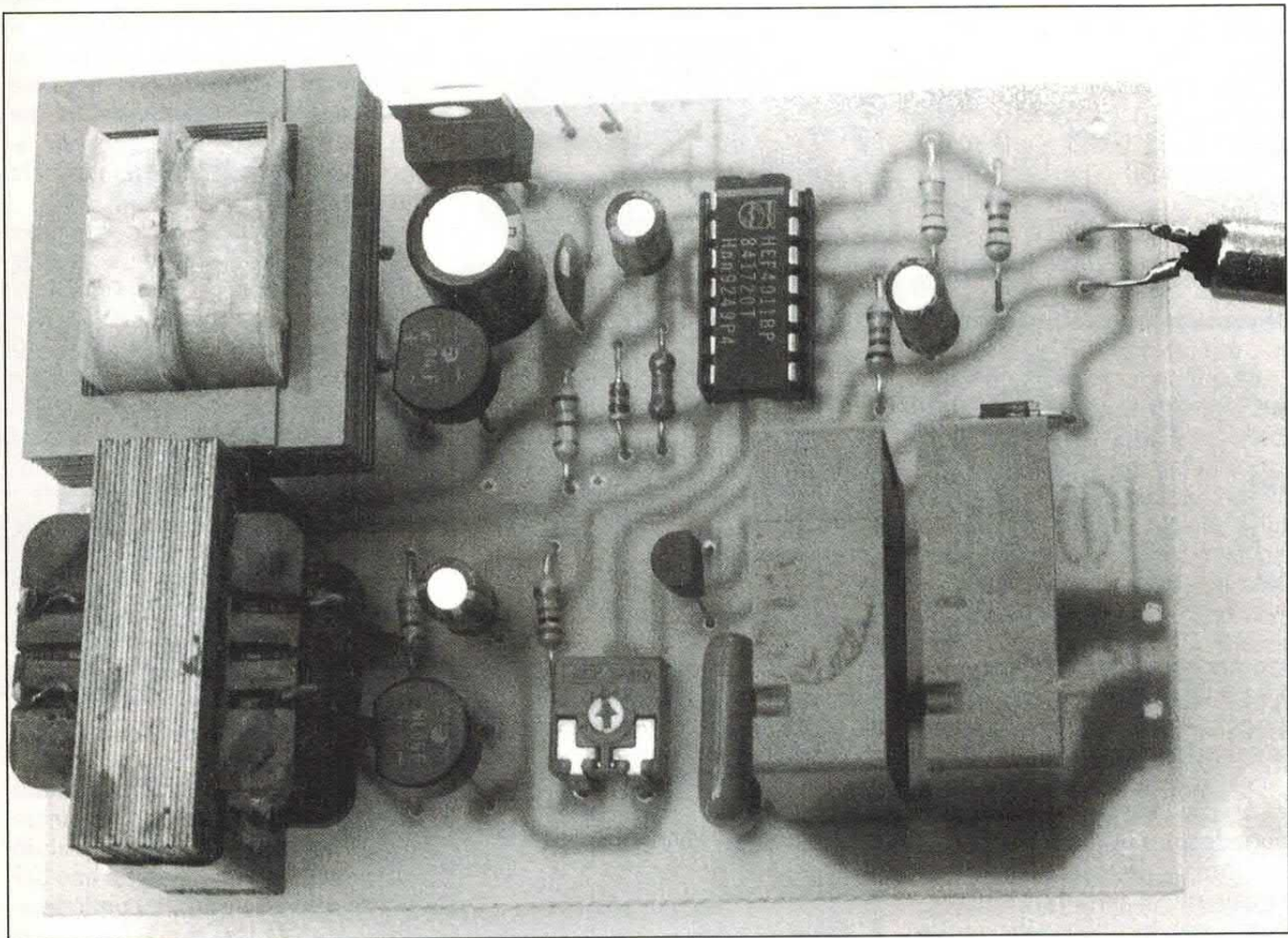
IL RESET ALL'ACCENSIONE

Va notato che a riposo l'uscita della U1c è a zero logico perché all'accensione del circuito il condensatore C3 resetta il bistabile nel modo seguente: se il condensatore è scarico la tensione ai suoi capi è nulla, il che significa che non vi è differenza di potenziale tra il piedino 13 della U1d e massa. Il piedino 13 della U1d è quindi a livello logico basso e ciò basta a portare l'uscita della stessa a livello alto (un livello basso in ingresso ad una porta logica NAND basta a condizionarne l'uscita ad uno logico); perciò i piedini 9 ed 11 dell'U1 sono a livello alto.

All'accensione del circuito anche C2 è scarico, il che significa che il piedino 1 della U1b è a livello basso e la sua uscita è ad uno logico.

La U1c si trova entrambi gli ingressi a livello alto e tiene la propria uscita a zero logico (in una NAND l'uscita sta a zero se tutti gli ingressi sono ad uno). Perciò il piedino 12 della U1d sta a livello basso, il che basta a tenere ad uno l'uscita della stessa porta anche quando, caricatosi C3, il 13 assume lo stato logico uno.

A riposo quindi il transistor T1 è interdetto ed i relè sono a riposo, perciò i punti "A" e "B" sono uniti; l'inverter può quindi essere alimentato. Se l'inverter si guasta e smette perciò di generare la tensione alternata in uscita, ai capi del secon-

dario del TF1 viene a mancare la tensione di 9 volt di cui abbiamo già parlato, e C1 si scarica rapidamente (in meno di un secondo).

COME SCATTA IL RELE'

La porta logica U1a vede i propri ingressi scendere a livello basso e commuta la propria uscita da zero ad uno logico. Supponendo che C2 sia completamente carico (e quindi che il piedino 1 della porta U1b stia a livello alto) l'uscita della U1b commuta da uno a zero logico, eccitando il bistabile che cambia la propria condizione di funzionamento.

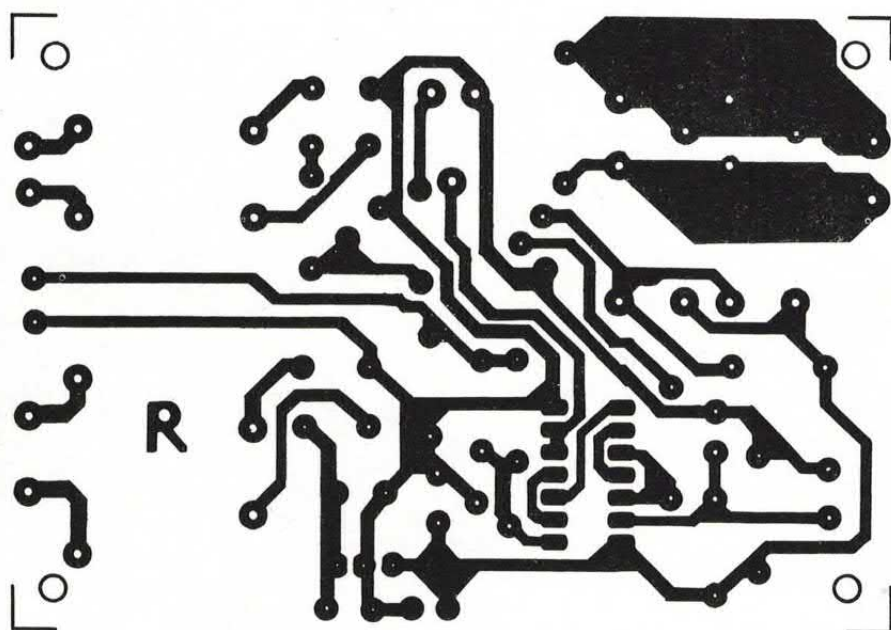
Infatti lo zero all'ingresso della U1c ne fa andare ad uno logico l'uscita, e poiché il piedino 13 della U1d è anch'esso a livello alto l'uscita di quest'ultima assume lo zero logico; tale stato blocca nelle condizioni appena viste il bistabile, poiché l'uscita della U1c resta ad uno logico anche se il piedino 8 torna ad assumere (cosa comunque improbabile quando l'inverter si guasta) il livello alto.

Lo stato logico uno all'uscita di U1c polarizza la base del T1 (attraverso R6) e lo manda in saturazione; la corrente di collettore del T1 è sufficiente ad eccitare le bobine dei relè RL1 ed RL2, che scattano

IL CONTROLLO DELL'INVERTER

Abbiamo previsto due relè da 10 ampére ciascuno per commutare la linea di alimentazione in continua dell'inverter a cui viene collegato il circuito di protezione. In tal modo è possibile "gestire" inverter che assorbono sul lato di bassa tensione fino a 20 ampére, il che significa, nel caso di alimentazione a 12 volt, controllare inverter che erogano 150÷190 watt; nel caso l'inverter sia alimentato a 24 volt i due relè posti sul circuito di protezione sono sufficienti per 300÷380 watt.
Se vi basta meno, ad esempio 10 ampére (inverter da 80 watt su 12V e 160 watt con alimentazione di 24 volt c.c.) potete montare un solo relè, mentre se l'inverter a cui volete collegare la protezione assorbe oltre 20 ampére consigliamo di montare sul circuito stampato un relè da 1 o 2 ampére, utilizzandone lo scambio per alimentare la bobina di un servo- relè (un relè di maggior potenza) che possa commutare la corrente necessaria all'inverter.
Naturalmente in tal caso non va fatta passare l'alimentazione d.c. dell'inverter dai punti "A" e "B". La bobina del relè di potenza (servo-relè) è bene che sia da 12V, in modo da alimentarla con la tensione di uscita del regolatore U1, attraverso lo scambio del relè posto sullo stampato (quello che montate tra RL1 ed RL2).

lato rame

R

interrompendo i punti "A" e "B". L'inverter viene quindi spento e resta tale finché non si interviene sul pulsante per resettare il bistabile, ma ciò, si capisce, è meglio farlo dopo aver verificato ed eliminato l'eventuale guasto.

Insomma, il circuito evita effettivamente i possibili danneggiamenti, poiché interviene molto rapidamente quando l'inverter dimostra anomalie di funzionamento.

Il bistabile si resetta (ovvero torna nelle condizioni iniziali) premendo il pulsante P perché così facendo si porta a zero logico il piedino 13 della U1d, con le conseguenze già viste relativamente all'effetto del C3 all'istante di accensione del circuito.

L'INTERVENTO DELLA PROTEZIONE

Una cosa da considerare circa il funzionamento del circuito è la limitazione all'intervento della protezione determinata dalla rete R4-C2; quest'ultimo condensatore si carica in poco più di un secondo abilitando la trasmissione della condizione di anomalia dal sensore di tensione (U1a) al bistabile. Il ritardo serve perché l'inverter, appena alimentato, non sempre fornisce la tensione nominale; inoltre nel circuito sensore la tensione ai capi di C1 diviene quella nominale dopo qualche istante.

Perciò alla partenza dell'inverter non si può andare a "guardare" la tensione di uscita, o meglio non la si può considerare attendibile se non trascorre qualche centinaio di millisecondi. Perciò abbiamo inserito la rete R4-C2, il cui scopo è quello di ritardare l'esame della tensione fornita dall'inverter, ovvero l'eccitazione del bistabile. Infatti la rete RC è alimentata dalla stessa tensione che raggiunge l'oscillatore che genera la forma d'onda base dell'inverter, e inizialmente, cioè quando viene alimentato (attivato) quest'ultimo, il piedino 1 della U1b sta a zero logico bloccando ad uno lo stato dell'uscita indipendentemente dal livello logico portato da U1a.

Solo quando C1 si carica lo stato di uscita della U1a può condizionare lo stato del bistabile, poiché quando in una NAND a due ingressi uno dei due sta a livello alto, la condizione logica dell'uscita dipende dallo stato assunto da quello restante: se è anch'esso ad uno (cosa che accade quando l'inverter non dà tensione alternata in uscita) l'uscita della porta assume lo zero logico. Chiarito anche lo scopo della rete di ritardo non ci resta altro da dire; almeno circa la teoria di funzionamento del dispositivo di protezione. C'è invece da spendere qualche parola sul lato pratico, vedendo gli aspetti più importanti della costruzione.

Per evitare danni all'inverter il relé, una volta scattato non torna a riposo da solo; a ciò provvede un semplice bistabile. Per farlo ricadere occorre resettare il bistabile mediante il pulsante P.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il circuito è molto semplice, e non solo da capire ma anche da costruire. Per la realizzazione consigliamo di autocostruire la basetta stampata seguendo la traccia lato rame illustrata in queste pagine. Per l'occasione potete ricorrere al metodo che preferite: fotoincisione o manuale (tracciando le piste con la speciale penna) tanto il circuito è semplice; l'unica raccomandazione, nel caso modifichiate la traccia da noi

disegnata, riguarda le piste sottoposte all'alta tensione (220 volt) che devono essere tenute distanti almeno 1,5 millimetri da quelle loro adiacenti. Inciso e forato lo stampato vanno montate per primi i diodi e le resistenze, poi l'eventuale zoccolo per il CD4011 (che con un po' d'attenzione può essere saldato direttamente allo stampato) quindi il trimmer ed i condensatori, inserendo per primi quelli non polarizzati. Attenzione a rispettare la polarità indicata nel piano di montaggio per diodi e condensatori elettrolitici. Montate e saldate poi il transistor, il regolatore di tensione, e i due ponti raddrizzatori (guardate il piano di montaggio per inserirli correttamente) che va tenuto col lato metallico rivolto all'esterno della basetta.

Per ultimi vanno inseriti i due relè, che devono essere del tipo ad uno scambio, capaci di commutare correnti di 10 ampére. I relè si possono inserire solo in un verso, quello giusto; facciamo notare che lo stampato è stato disegnato prevedendo di utilizzare relè tipo quelli della FEME: MRP, MGP, perciò vanno bene anche i Finder 40.31 (ad uno scambio). Volendo usare relè con piedinatura diversa dovete adattare il circuito stampato alla situazione.

Terminato il montaggio e verificato che tutto sia come prescritto dallo schema elettrico e dal piano di montaggio, il circuito è pronto all'uso. Per farlo funzionare correttamente comunque dovete collegarlo all'inverter da controllare e, dopo aver dato alimentazione al regolatore U1 (col sistema che preferite: rete, mediante TF2, o tensione continua fino a 35 volt) dovete regolare il trimmer R3 in modo da ottenere zero logico all'uscita della U1a quando l'inverter funziona a pieno carico. Allo scopo vi occorre un tester disposto alla misura di tensioni continue con fondo scala di 50 volt, da collegare con il puntale negativo a massa ed il positivo al piedino 4 dell'U1.

COME FARE LA REGOLAZIONE

Naturalmente per fare la regolazione conviene alimentare l'inverter senza passare dai punti "A" e "B" perché potrebbe scattare il bistabile interrompendo l'alimentazione e disturbando di conseguenza la taratura.

Nell'uso alla massima corrente, cioè se l'inverter richiede correnti molto forti (oltre 10 ampére) è bene stagnare le piste che portano agli scambi dei relè, in modo da limitare la resistenza elettrica del collegamento di bassa tensione limitando al minimo le perdite ed evitando di far surriscaldare le piste dello stampato. □

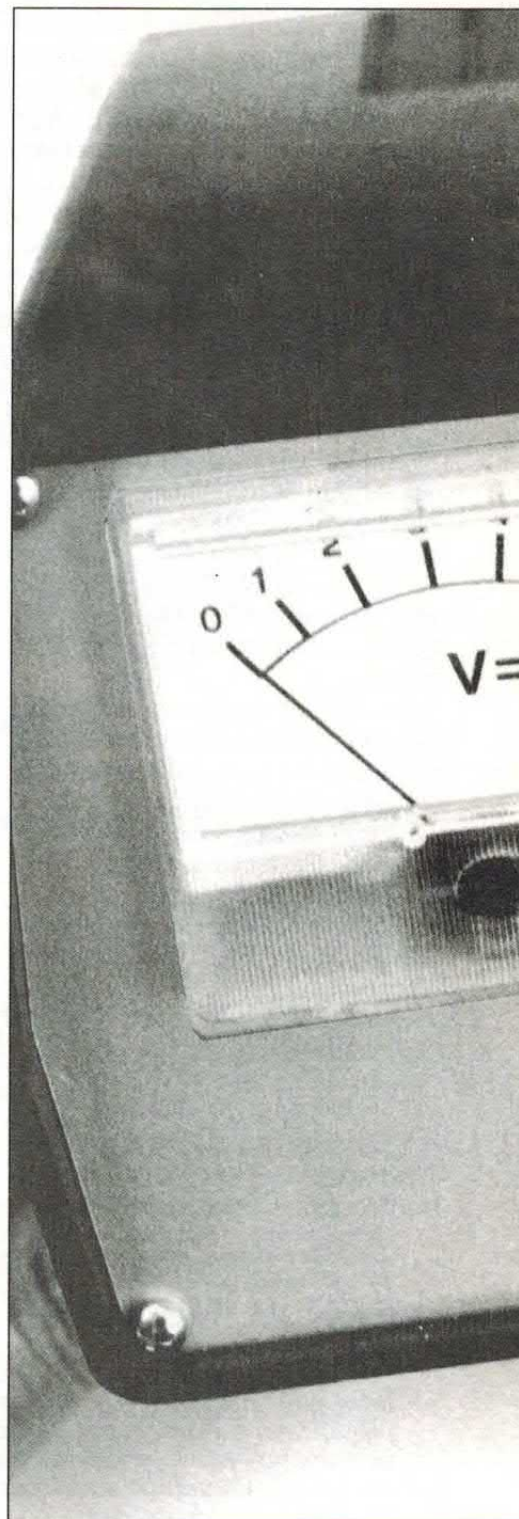
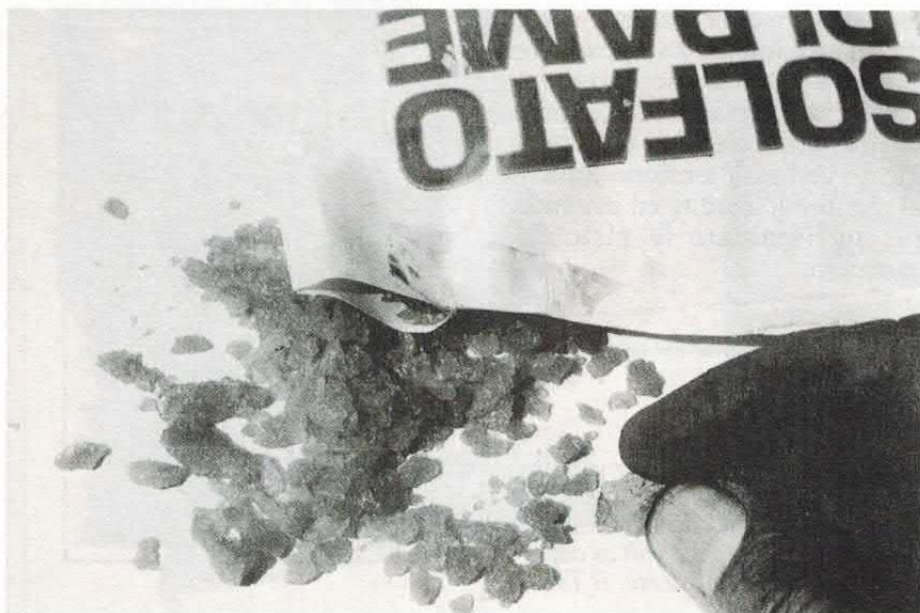
PER ALIMENTARE IL CIRCUITO

Se si dispone di una rete ac distinta da quella servita dall'inverter la si può utilizzare per alimentare il trasformatore TF2 della protezione. Diversamente bisogna provvedere all'alimentazione in continua della logica della protezione, applicando 12 volt ai capi del C6 ed eliminando dal circuito il regolatore di tensione, il TF2 ed il ponte raddrizzatore.
I 12 volt vanno prelevati direttamente dalle batterie di alimentazione; se l'inverter non funziona a 12 volt ed è alimentato da più batterie da 12V in serie si può prelevare l'alimentazione in due modi: dalla prima batteria dal basso, cioè mettendo a massa il negativo della batteria che ha il polo negativo connesso alla massa dell'inverter. Ovviamente il positivo di alimentazione va preso dal morsetto positivo della batteria in questione.
Se l'inverter è alimentato a meno di 35 volt si può prelevare tale tensione ed applicarla alla protezione; però bisogna tenere sul circuito almeno il regolatore U1, al cui ingresso (E ed M) vanno applicata la tensione. U1 provvede a stabilizzarla a 12 volt.
Se l'alimentazione dell'inverter è a tensione superiore a 35V occorre prelevare i 12V come descritto nel primo caso, cioè da una sola batteria a 12V (la prima dal basso).

ESPERIMENTI

ELETTROLISI & GALVANOSTEGIA

ANDIAMO ALLA SCOPERTA DEI FENOMENI ELETTROCHIMICI CHE CI RIGUARDANO DA VICINO, ESAMINANDO COSA ACCADE SE SI APPLICA TENSIONE AD UNA SOLUZIONE DI ACQUA E SALE. SCOPRIRETE COSI' COME SI PUO RICOPRIRE DI RAME UNA MONETA O UN PORTACHIAVI SENZA UNO STABILIMENTO CHIMICO.

a cura della Redazione

Per conoscere l'elettronica, con tutti i suoi segreti e gli effetti nei vari fenomeni più o meno interessanti della vita quotidiana, non ci si può limitare alla realizzazione dei classici circuiti.

L'elettronica non è solo quella cosa noiosa e piatta che si studia sui libri di scuola e si pratica montando il piccolo amplificatore o il lampeggiatore a LED, ma è la chiave per capire e stimolare alcuni fenomeni fisici che molti conoscono ma non sanno spiegare, spesso molto interessanti da osservare o riguardanti oggetti e strumenti di uso comune.

Ad esempio, un generatore di alta tensione non è solo un circuito per innalzare l'ampiezza di una tensione, ma un mezzo per realizzare effetti di sicuro interesse: scariche in aria e nel vuoto, illuminazione di contenitori contenenti gas inerti (anche tubi neon, buoni o esauriti) senza apparenti collegamenti elettrici, ecc. Ve ne abbiamo dato dimostrazione in passato trattando più volte l'argomento (maggio 1990, maggio 1991, settembre 1991...).

L'elettronica e l'elettrotecnica stanno anche alla base di fenomeni non meno interessanti quali il rivestimento di metalli o materie plastiche con altri metalli.

Avete mai visto i paraurti delle vecchie auto, lucidi e splendenti?

Bene, il loro aspetto viene ottenuto non con una particolare verniciatura, ma deponendo sulle superfici un sottile strato di cromo, un metallo che si presenta molto lucente. La deposizione del cromo si ottiene con un procedimento elettrochimico che si chiama elettrolisi.

Con lo stesso procedimento potete vedere una moneta coprirsi di rame o diventare dorata, e il tutto senza vedere o utilizzare i predetti metalli.

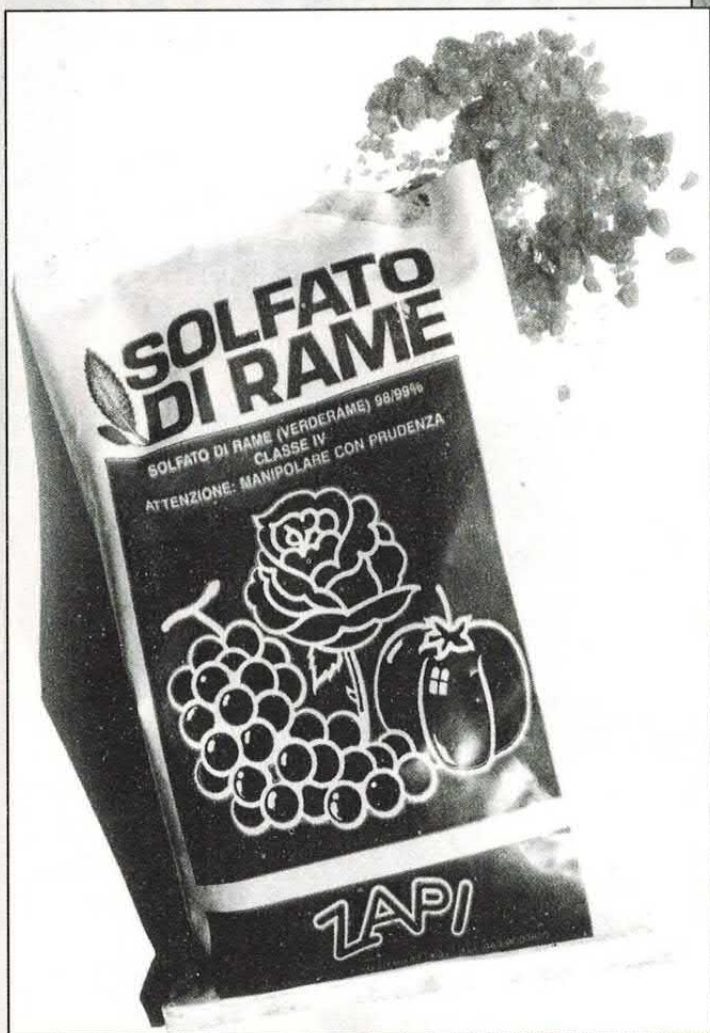
Come avviene tutto questo? Semplice, grazie alla corrente elettrica, che anche se invisibile produce effetti visibili e a volte strabilianti.

Provare per credere: versate in una bacinella con acqua un po' di sale, ad esempio di rame o di nichel, immergete gli elettrodi e date tensione (bassa e in continua...) e come per incanto nel giro di poco vedrete uscire dall'acqua delle particelle metalliche che andranno a rivestire uno degli elettrodi.

Miracolo? No, niente di fantascientifico ma un fenomeno più che naturale, che ha anche un nome: elettrolisi. Ne parliamo cercando di spiegarlo in queste pagine.

Per capire di cosa si tratta occorre conoscere un minimo la struttura della materia, quindi la chimica e la fisica. Se non ne sapete abbastanza cerchiamo di darvi l'infarinatura

I MATERIALI USATI...

E' possibile metallizzare elementi non metallici, ad esempio fatti di plastica, di vetro, di ceramica, ecc. In tal caso occorre almeno renderli elettricamente conduttori, ad esempio ricoprendo le zone da metallizzare con dello spray conduttore alla grafite, quale quello che si usa per ricostruire le piste dei circuiti stampati o per ripristinare l'armatura esterna degli schermi TV.

Gli esperimenti di galvanostegia che si possono eseguire più facilmente riguardano la copertura di elementi metallici con uno stratto di rame o di ferro puro, poichè richiedono rispettivamente solfatto di rame e di ferro (anche non purissimi) che si possono trovare presso i consorzi agricoli o i rivenditori di materiali per l'agricoltura ed il giardinaggio. Il solfato di rame per uso agricolo viene impiegato solitamente come antiparassitario per l'uva, i pomodori, ecc.

necessaria per poter affrontare e capire l'argomento che stiamo trattando.

La materia è composta da atomi, ovvero da piccolissime particelle (invisibili ad occhio nudo e impalpabili) composte a loro volta da un nucleo e da elettroni che gli ruotano attorno. Il nucleo è formato da due tipi di particella: protoni e neutroni, di cui i primi hanno carica elettrica positiva.

Gli elettroni hanno invece carica negativa e sono in numero eguale ai protoni; inoltre la carica elettrica di queste particelle, a parte il segno è uguale. Il che significa che elettricamente un atomo è neutro, cioè non ha carica. In natura gli atomi tendono a legarsi tra loro formando molecole e quindi la materia che noi conosciamo e (se possiamo) tocchiamo ogni giorno.

La materia così formata è stabile perché chimicamente neutra, cioè perché composta da atomi che non hanno cariche elettriche scoperte; almeno in natura, poiché basta fornire dell'energia (sotto forma di calore, luce o elettricità) per separare i vari

atomi.

Forme di questa materia sono i sali, composti chimici fisicamente allo stato solido che derivano dalla reazione di un acido e di un idrossido; pertanto un sale contiene sempre un metallo. Il sale più noto è quello da cucina, quello che si estrae dal mare, che si chiama Cloruro di Sodio. E' appunto un sale di Sodio.

Se si scioglie in acqua, un sale resta quello che é; almeno chimicamente, perché fisicamente, cioè ad occhio, non ha più l'aspetto originario. Chimicamente è e resta neutro, cioè non ha cariche elettriche scoperte.

Però se alla soluzione ottenuta sciogliendo il sale si applica energia elettrica, si possono separare gli atomi che lo compongono (uno o più atomi di un metallo, ed altrettanti di un non-metallo). In tal caso il sale non è più un sale, poiché viene scomposto in ioni, cioè atomi dei singoli elementi chimici che lo compongono, dotati di carica elettrica. Il metallo scopre una carica elettrica positiva (si chiama perciò catione), mentre il non-metallo (nel caso del sale da cucina, il cloro) scopre una carica negativa (anione).

Ciò significa che mentre l'acqua pura (distillata) è un perfetto isolante elettrico, l'acqua contenente del sale (o più tipi di sale) conduce la corrente, poiché gli ioni in soluzione accettano (quelli positivi) e cedono elettroni in eccesso (quelli negativi) permettendo quindi lo scorrimento di corrente elettrica nella soluzione.

Naturalmente ciò si verifica solo se in due punti della bacinella contenente la soluzione acqua-sale si immergono elettrodi metallici sottoposti ad una certa tensione.

Questo è uno dei fenomeni, cioè l'elettrolisi vera e propria; a questo punto viene spontaneo chiedersi cosa succede nella soluzione al passaggio della corrente.Abbiamo visto che la corrente è determinata dagli ioni che fanno da portatori di carica elettrica, e che quindi si muovono. Quelli negativi (anioni) vanno verso l'elettrodo positivo (che prende il nome di anodo) mentre i positivi raggiungono l'elettrodo negativo (catodo).

COSA ACCADE DOPO L'ELETTROLISI

In altre parole vediamo che ai capi dell'elettrodo negativo si addensano atomi di metallo, che si aggregano formando una pellicola che riveste l'elettrodo stesso; ai capi dell'elettrodo negativo si formano invece delle bollicine, che evidenziano la formazione di ossigeno (uno dei gas componenti l'atmosfera del nostro pianeta e l'acqua che respiriamo: unito all'idrogeno ionico reagisce formando l'acqua; la reazione libera un'enorme quantità di energia usabile per la propulsione dei razzi).

Nell'acqua resta in soluzione dell'acido, formato dalla reazione tra gli ioni del non-metallo e l'acqua; nel caso del sale da cucina si

Una volta montato e collaudato il circuito dell'alimentatore, occorre inserirlo in una scatola di dimensioni adeguate e realizzare il cablaggio con trasformatore di alimentazione, voltmetro, interruttore di accensione, morsetti di uscita e potenziometro.

otterrebbe acido cloridrico.

Interrompendo la corrente elettrica, cioè togliendo tensione agli elettrodi, il metallo addensato attorno al polo negativo smette di "crescere" ma rimane a rivestire tale elettrodo; cioè non si discioglie nuovamente nella soluzione. Viene anche interrotta la produzione di ossigeno, poiché si interrompe l'elettrolisi.

Il fenomeno di rivestimento con metalli ottenuto per elettrolisi viene chiamato Galvanostegia; il bagno con cui si realizza il procedimento, realizzato appunto con soluzione di sali, viene detto Bagno Galvanico.

Riesce naturalmente con tutti i metalli, anche se di solito ad esso si ricorre per fare rivestimenti in rame (soprattutto in elettronica, per metallizzare i fori dei circuiti stampati) in cromo, in oro e in argento.

Va notato un fenomeno molto importante: se si toglie tensione agli elettrodi del bagno galvanico e si collega ad essi un voltmetro, si può misurare una tensione di qualche volt. Eh sì, il bagno è anche una pila, o meglio, un accumulatore elettrico. La tensione si crea perché, per motivi che sarebbe lungo spiegare (effetto volta, secondo il quale unendo due diversi metalli uno assume potenziale positivo e l'altro, negativo) si crea un potenziale di contatto tra i due metalli: quello depositato sull'elettrodo e quello che l'elettrodo lo compone; cioè, se l'elettrodo è in ferro e su di esso viene depositato galvanicamente del rame, si crea una differenza di potenziale tra i due metalli: il rame diviene negativo ed il ferro positivo (la tensione è in questo caso di 0,13V).

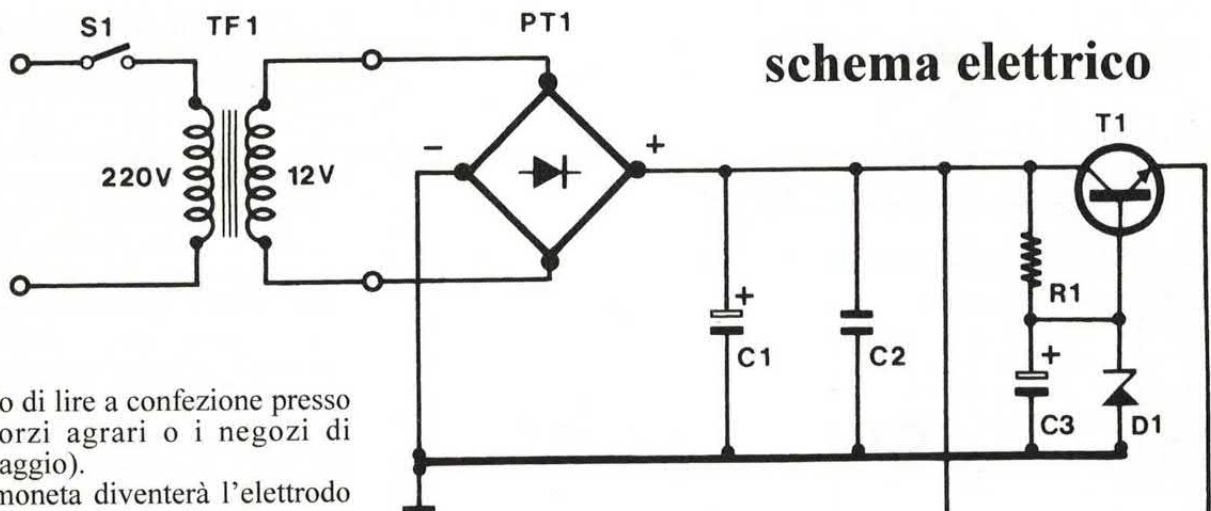
Perciò il bagno galvanico può funzionare come pila, fermo restando che gli elettrodi mantengono la polarità che hanno avuto durante l'elettrolisi solo se il metallo che va a rivestire il catodo ha valenza maggiore di quello di cui lo stesso elettrodo è composto.

GALVANOSTEGIA IN PRATICA

Bene, ora che sappiamo tutto questo possiamo vedere alcuni casi pratici: procedimenti che coinvolgono i metalli di uso comune e che vengono usati per rivestire i più svariati oggetti che usiamo quotidianamente. Si tratta di procedimenti che vi invitiamo a sperimentare di persona (farlo costa veramente poco) dopo aver realizzato il semplicissimo alimentatore che pubblichiamo in queste pagine.

Uno dei casi più facili da provare in pratica è il rivestimento galvanico con il rame; si tratta di un procedimento facilmente realizzabile anche in casa (con un po' di attenzione) e utilizzato molto nel campo che più ci riguarda: l'elettronica. Per esempio, per ricoprire di rame una moneta (ad esempio da 50 lire) basta immergerla in una soluzione realizzata con solfato di rame, anche per uso agricolo (che quindi si può comperare per qualche

QUALCHE ESEMPIO "FAMOSO"

La galvanostegia sta dietro a molti procedimenti industriali realizzati per costruire oggetti di uso comune; non ci credete? Pensate ai circuiti stampati, sulle cui piste spesso si deposita rame per elettrolisi, o alle punte dei saldatori fatte in rame elettrolitico. Oppure agli oggetti placcati in argento o in cromo: i paraurti delle vecchie auto, modanature di quelle di produzione attuale, portachiavi ed oggetti decorativi, maniglie per porte, ecc.
Anche la zincatura delle carrozzerie delle automobili, di cui nella pubblicità delle auto si parla molto in questi ultimi tempi, è ottenuta per galvanostegia; infatti, come viene illustrato spesso (quasi con un pizzico d'orgoglio) nei depliant delle moderne autovetture, per zincare (allo scopo di proteggerla dalla ruggine) la carrozzeria la si immerge completamente in un bagno contenente sali di zinco, dove vi resta per il tempo necessario a far crescere uno strato di spessore sufficiente.

schema elettrico

migliaio di lire a confezione presso i consorzi agrari o i negozi di giardinaggio).

La moneta diventerà l'elettrodo negativo, poiché deve essere collegata al polo negativo dell'alimentatore, mentre il positivo di quest'ultimo va collegato ad una barretta metallica da immergere nella soluzione, ad almeno 4÷5 centimetri di distanza dalla moneta.

La soluzione va preparata sciogliendo bene il sale (che deve presentarsi in scaglie di colore azzurro) in acqua, meglio se distillata; il rapporto sale/acqua deve essere 40÷60 grammi per litro.

Per sciogliere bene il sale (altrimenti il fenomeno non si vede nel modo dovuto, almeno in principio) conviene scaldare l'acqua fino a 30÷40 gradi. Comunque anche con l'acqua fredda si può ottenere l'elettrolisi, dato che lo scorrimento della corrente a procedimento avviato la fa scaldare.

Agli elettrodi va applicata una differenza di potenziale di qualche volt: da 2 a 5, fermo restando che più è elevata la tensione, più rapidamente si deposita il rame sull'elettrodo negativo. La corrente assorbita dipenderà dalla concentrazione della soluzione, ovvero dalla quantità di ioni (rame e solfato) liberi nell'acqua.

COME REAGISCE LA SOLUZIONE

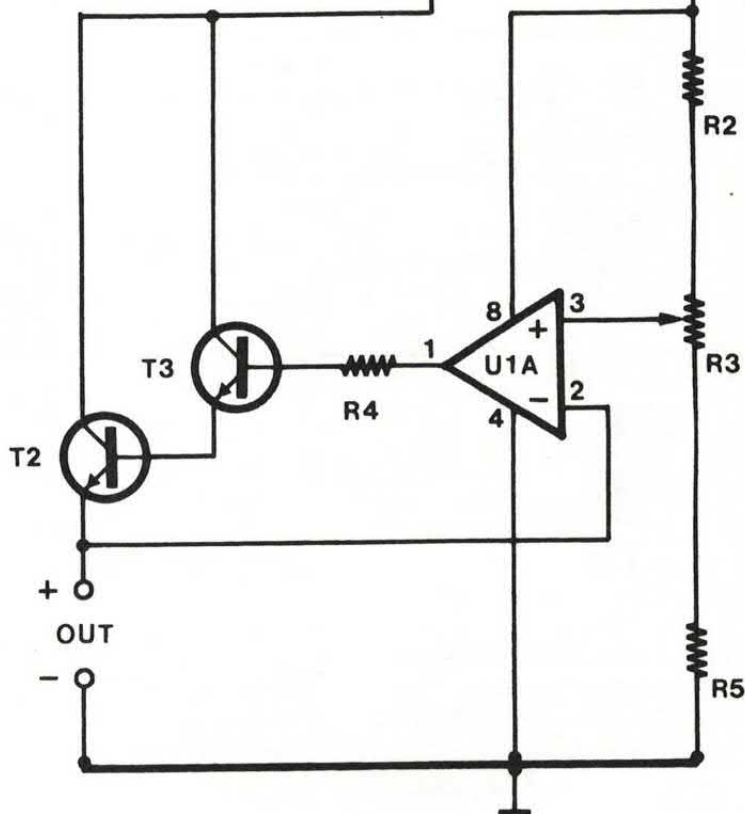
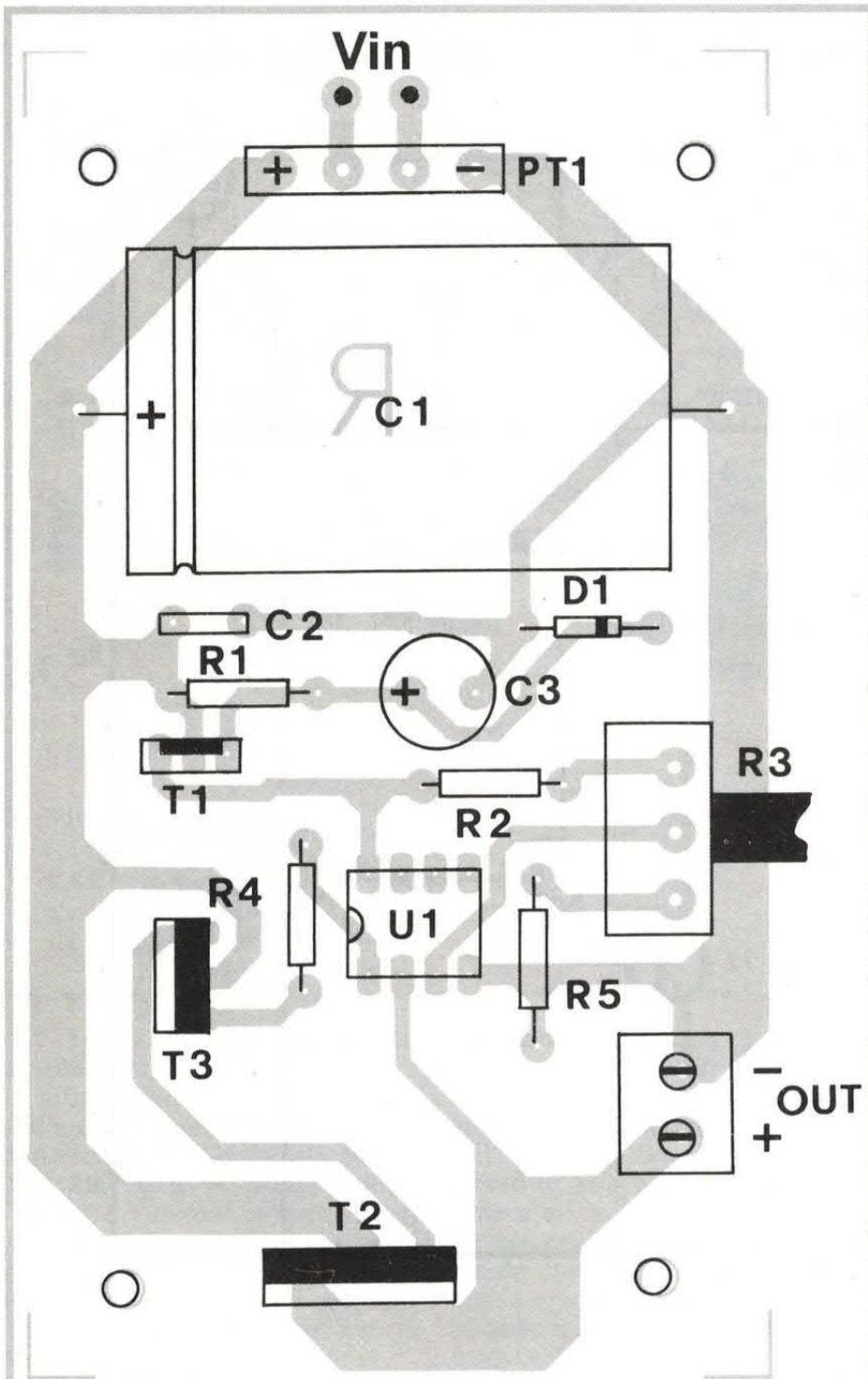
Poco dopo aver dato tensione al bagno gli atomi di rame cominciano a depositarsi sull'elettrodo negativo, ovvero sulla moneta immersa nella soluzione; il fenomeno appare evidente solo dopo qualche minuto, allorché si possono vedere dei piccolissimi pezzetti di rame che scaturiscono improvvisamente dalla soluzione azzurrastra, in prossimità dell'elettrodo negativo, al quale poi si attaccano.

Pian piano la moneta si colora di rosso-mattone, del colore del rame insomma; e non si colora soltanto, poiché viene rivestita dal rame che le conferisce tale colore.

L'elettrodo positivo invece non attira alcunché di visibile; su di esso giungono gli ioni "solfato" e lì avviene una reazione chimica che con l'acqua crea acido solforico ed ossigeno.

Quest'ultimo viene liberato in prossimità dell'elettrodo positivo, attorno al quale si vedono chiaramente delle bollicine che salgono verso la superficie della soluzione, perdendosi poi nell'aria attorno al bagno.

Il rame smette di addensarsi attorno alla moneta solo in due casi: se si toglie tensione agli elettrodi, o se finisce; sappiamo infatti che una certa quantità di sale contiene una certa quantità di metallo e di non metallo. Bene, quando il metallo contenuto nel sale e quindi nel bagno finisce, ovviamente non se ne addensa più sulla moneta.

Bisogna quindi togliere tensione agli elettrodi, altrimenti il passaggio

COMPONENTI
R 1= 180 ohm
R 2= 4,7 Kohm
R 3= 22 Kohm potenziometro lineare
R 4= 150 ohm
R 5= 1 Kohm
C 1= 4700 µF 16Vl
C 2= 100 nF
C 3= 220 µF 16Vl
D 1= Zener 8,2 V 1/2 W
T 1= BD137
T 2= TIP35
T 3= TIP31
U 1= LM358
PT1= Ponte raddrizzatore 100V 6A
TF1= Trasformatore 220V/9V, 50 Hz, 30VA
S 1= Interruttore unipolare 250V 0,5A

Le resistenze fisse sono da 1/4 di watt con tolleranza del 5%

di corrente attraverso la soluzione produce l'ebollizione della stessa. Naturalmente anche nel caso del rame è possibile misurare una differenza di potenziale tra gli elettrodi immersi nella soluzione .

A livello industriale il bagno viene eseguito in vasche più o meno grandi (anche di parecchi metri di lato) immergendo come elettrodo positivo una barra di rame o di ferro, e collegando elettricamente al positivo il pezzo da ricoprire di rame. Naturalmente più è grande il bagno maggiore deve essere la corrente da erogare, che può arrivare a diverse decine di ampére; fortunatamente la potenza in gioco è sempre relativamente piccola, poiché le tensioni di lavoro non superano i 5-6 volt (in continua naturalmente).

Anche la velocità di deposizione del rame dipende direttamente dal valore della tensione applicata agli elettrodi, quindi dalla corrente.

COME METALLIZZARE GLI ISOLANTI

Prima di passare ad esaminare altri casi va notato che si possono metallizzare elementi non metallici, cioè ricoprire di rame, ferro, argento, cromo, eccetera, anche la plastica; ciò è possibile solo a patto che il materiale da trattare sia conduttore di energia elettrica, o che lo diventi.

Infatti se l'elettrodo non è conduttore non è possibile che gli elettroni dall'alimentatore raggiungano il bagno, neutralizzando e facendo depositare su di esso (l'elettrodo) gli ioni di metallo. In campo elettronico, per far aderire il rame ai fori (rame elettrolitico) dei circuiti stampati da metallizzare si spruzza della vernice conduttiva (contenente ad esempio della grafite) su di essi, in modo da rivestire le pareti dei fori stessi.

Quindi asciugato questo rivestimento basta collegare (con una pinza) il polo positivo dell'alimentatore ad un punto qualunque della piastra per far sì che le pareti di tutti i fori siano "sotto tensione" e che, una volta immersa (la piastra) nel bagno, possano essere ricoperte dal rame.

In linea generale per far aderire del metallo elettrolitico (chiamiamo

così lo strato di metallo che si forma a seguito dell'elettrolisi nel bagno galvanico) ad un isolante occorre rivestirlo con spray di grafite (quello che si usa per ricostruire le piste dei c.s. in riparazione, o per ripristinare lo strato conduttivo esterno dei cinescopi) o con vernice metallizzata.

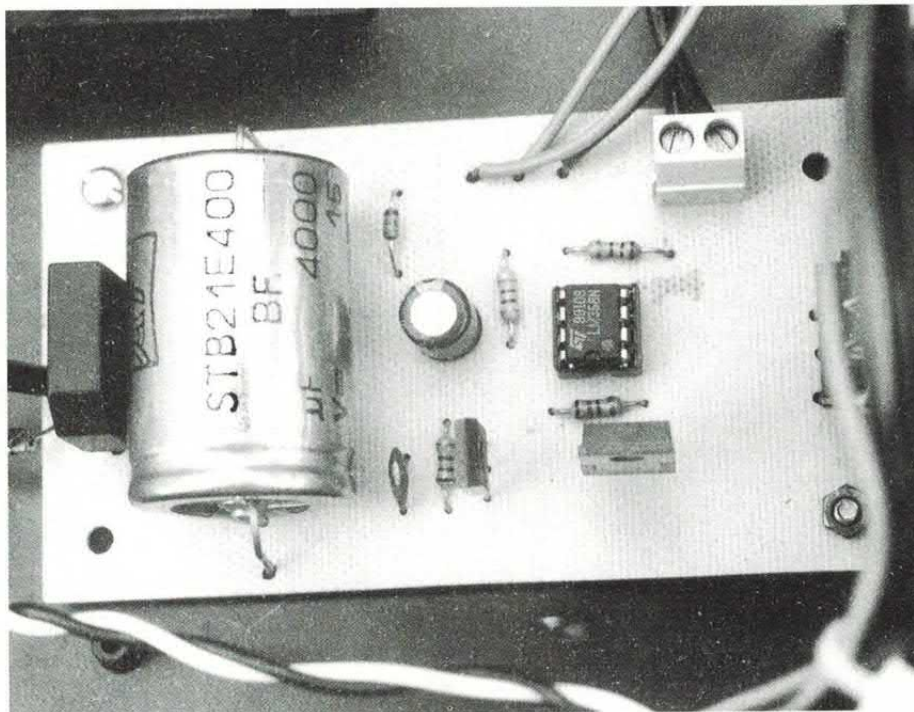
Un'esperienza sicuramente interessante da fare è metallizzare con del cromo un oggetto metallico o di plastica; infatti questo metallo dà un bell'effetto, perché è molto lucente, e se si esegue il bagno galvanico con cura si ottiene uno strato uniforme e molto gradevole da vedere.

Per tutti i metalli il procedimento è lo stesso; cambia ovviamente il sale da sciogliere in acqua, sempre distillata perché altrimenti lo strato deposto è impuro perché formato da più metalli: l'acqua del rubinetto ad esempio contiene calcare in quantità variabile, perciò dal bagno uscirebbe del calcio, che andrebbe a depositarsi insieme al metallo estratto dal sale sull'elettrodo negativo, rovinando la "festa".

Nel caso del cromo occorre usare dei sali chiamati solfato o cloruro di cromo, e per il nichel (da non usare con le normali monete perché non si vedrebbe molto la differenza) il cloruro di nichel.

COME FARE "IL BAGNO"

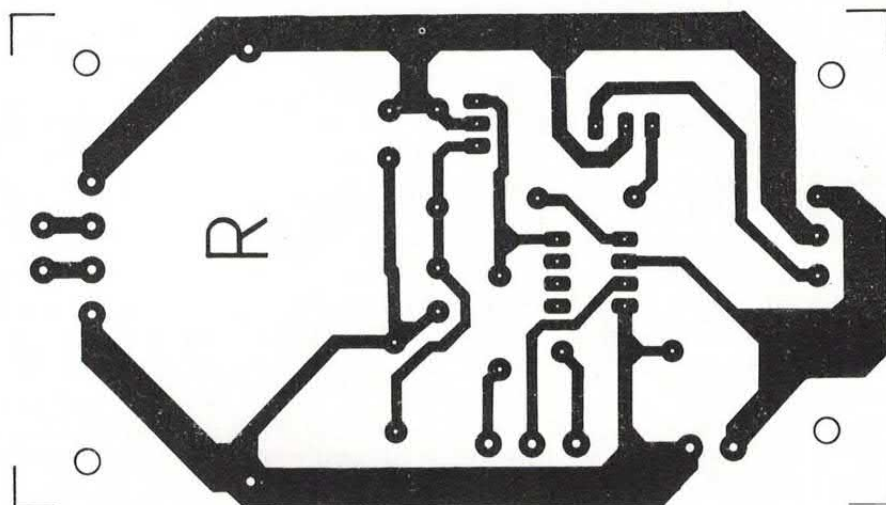
Se fate qualche esperimento potete notare come il metallo estratto dalla soluzione si depositi prevalentemente nel verso della corrente, cioè lungo la linea immaginaria che unisce i due elettrodi. Questo perché la corrente elettrica non è "stupida" e scorre sempre nella direzione più breve e quindi con minor resistenza.

Pertanto è inevitabile l'accrescimento del metallo deposto sull'elettrodo, in una direzione: per ottenere uno strato abbastanza omogeneo bisogna tenere molto bassa la tensione dell'alimentatore (quella applicata agli elettrodi del bagno) teoricamente al limite del potenziale di elettrolisi (il valore di tensione minimo per ottenere la scissione del sale in ioni) in modo da facilitare l'arrivo delle particelle di metallo in tutte le parti dell'elettrodo negativo.

Il condensatore elettrolitico di livellamento deve essere del tipo assiale. Il doppio operazionale LM358 è bene montarlo su uno zoccolo a 4+4 piedini. Quanto al transistor di uscita T2, va montato con l'aletta metallica contro un dissipatore di calore da 3, 5÷4, 5 C/W, interponendo la mica isolante ed il silicone .

In alternativa (ed è molto meglio) si deve porre l'elettrodo negativo (cioè l'elemento da ricoprire) in mezzo alla vasca e disporgli attorno tre o quattro elettrodi positivi collegati insieme; oppure si deve utilizzare un elettrodo negativo ad anello (che circondi il pezzo da rivestire) o, ancora meglio, la vasca deve essere metallica e collegata al positivo dell'alimentatore.

Certo, in tal caso si ottiene la deposizione uniforme del metallo sull'elettrodo negativo, però terminato il bagno va svuotata; infatti esaurito il metallo nella soluzione resta molto acido che la corroderebbe.

Quanto detto finora è l'indispensabile che va saputo per conoscere e praticare la galvanostegia, sia come esperimento che a livello un po' più serio. Come avrete capito si tratta di

lato rame

Traccia del circuito stampato, scala 1:1.

un'operazione molto semplice e poco costosa, ma soprattutto non pericolosa. Lavorando con i sali (a parte quelli d'ammonio, che sono una cosa particolare perché non contengono metalli, ma solo non-metalli opportunamente combinati) tutto ciò che viene liberato nell'aria durante il procedimento è ossigeno, che certo non fa male respirare.

Ora che sapete il principio di funzionamento della galvanostegia non resta che vedere come è fatto e come potete costruire l'alimentatore stabilizzato per mettere sotto tensione gli elettrodi.

IL RISULTATO...

A sinistra (sopra e sotto) notate come si presenta una moneta ricoperta di rame elettrolitico (cioè depositato per galvanostegia); per ottenere il rivestimento la moneta è stata immersa per metà nella soluzione di acqua e solfato di rame. Dopo aver tolto tensione al bagno galvanico occorre estrarre gli elettrodi, che altrimenti vengono intaccati e corrosi (foto qui sotto) dall'acido solforico che abbonda in soluzione.

L'ALIMENTATORE

Per realizzare tutti gli esperimenti del ciclo occorre necessariamente una fonte di tensione e di corrente, cioè una pila con un reostato oppure un alimentatore a tensione di uscita regolabile. Per i nostri esperimenti abbiamo previsto un alimentatore stabilizzato a tensione di uscita regolabile, alimentato dalla rete 220V; il suo schema elettrico è pubblicato in queste pagine.

Si tratta di un alimentatore molto semplice, con una certa retroazione per contenere la variazione della tensione di uscita al variare del carico, cioè della corrente richiestagli. A chi volesse cimentarsi negli esperimenti di galvanostegia quindi consigliamo di costruirsi un alimentatore adottando lo schema del nostro, visto che è idoneo allo scopo; può infatti erogare una tensione di uscita variabile in modo continuo e lineare da zero a 5,8 volt, fornendo una corrente massima di 2,5 ampére.

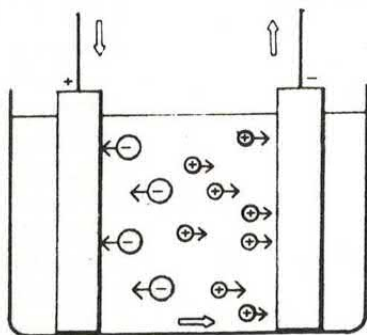
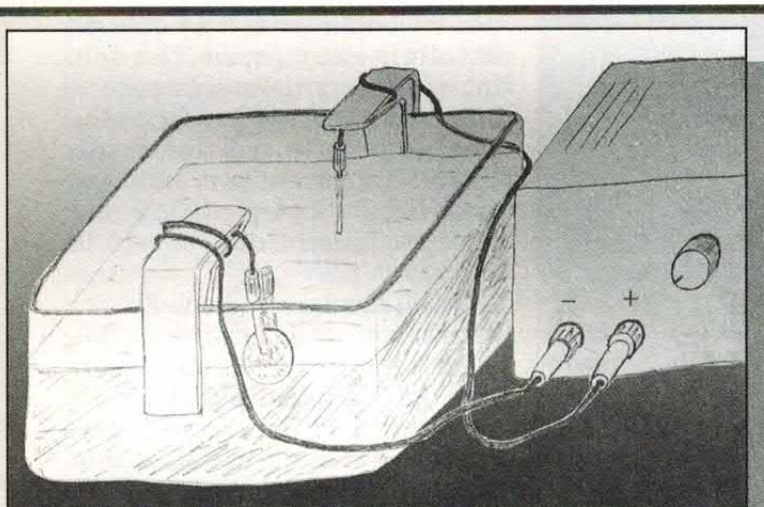
Ma vediamo come è fatto e come funziona questo nostro alimentatore; ci serviamo per questo dello schema elettrico. Come si vede il circuito non è complesso; è composto essenzialmente da un trasformatore con primario da rete, da un raddrizzatore/livellatore di tensione, da un regolatore di tensione fisso e da uno regolabile retroazionato, che è poi lo stadio d'uscita.

Per capire come funziona basta immaginare di chiudere l'interruttore S1, così da applicare la tensione di rete (220 volt in alternata a 50 Hz, per la rete italiana) al primario del trasformatore d'alimentazione (TF1). Quindi ai capi del secondario verrà indotta una tensione sempre alternata e di pari frequenza, di valore ovviamente minore: nel nostro caso 9 volt efficaci.

Tale tensione viene applicata ai capi del ponte raddrizzatore PT1, che internamente è costituito da quattro diodi collegati insieme: tra ciascun capo marcato col simbolo di alternata ed il capo "+" c'è un diodo col catodo su quest'ultimo punto, mentre sempre tra ciascun capo marcato col simbolo di alternata ed il "-" c'è un diodo con l'anodo collegato a quest'ultimo punto.

Il ponte raddrizzatore ha la caratteristica di rendere unidirezionale, ovvero tutta positiva, la tensione alternata che riceve in ingresso. Cioè per entrambe le semionde della tensione sinusoidale data dal trasformatore, tra i punti + e - del ponte (PT1) ci sono impulsi sinusoidali positivi.

Questi impulsi caricano i condensatori C1 e C2; C1, data la sua elevata capacità, fa da livellatore della tensione di uscita. Infatti caricandosi rende la tensione ad impulsi offerta dal ponte raddrizzatore quasi continua e costante. Diciamo quasi perché quando viene richiesta corrente all'alimentatore C1 si scarica e subito il ponte lo ricarica con un impulso di tensione; quindi ai suoi capi si trova una tensione che cala e risale lievemente.

Andiamo avanti e vediamo uno stadio costruito intorno a T1; si tratta del regolatore di tensione fisso, che

Il contenitore per la soluzione puo' essere una qualunque bacinella di materiale isolante (vetro, plastica).

serve ad alimentare la parte di controllo della tensione di uscita. Per ottenere una tensione di uscita regolabile occorrono uno o più transistor collegati a collettore comune e polarizzati in base con una tensione regolabile; questa tensione deve essere loro fornita da un potenziometro o da un amplificatore in continua, che devono però essere alimentati da una tensione stabilizzata perché altrimenti risentirebbero di un eventuale calo di tensione.

PER STABILIZZARE LA TENSIONE

Sotto carico infatti la tensione ai capi del C1 può scendere di qualche volt rispetto al valore a vuoto ed il riferimento di tensione per lo stadio di uscita scenderebbe in proporzione; come risultato non si otterrebbe più una tensione costante e la regolazione fatta col potenziometro avrebbe effetto solo limitatamente ad un certo carico. Il T1, polarizzato in base dalla tensione dello Zener D1, assicura quindi una tensione costante alla sezione di controllo della tensione di uscita dell'alimentatore.

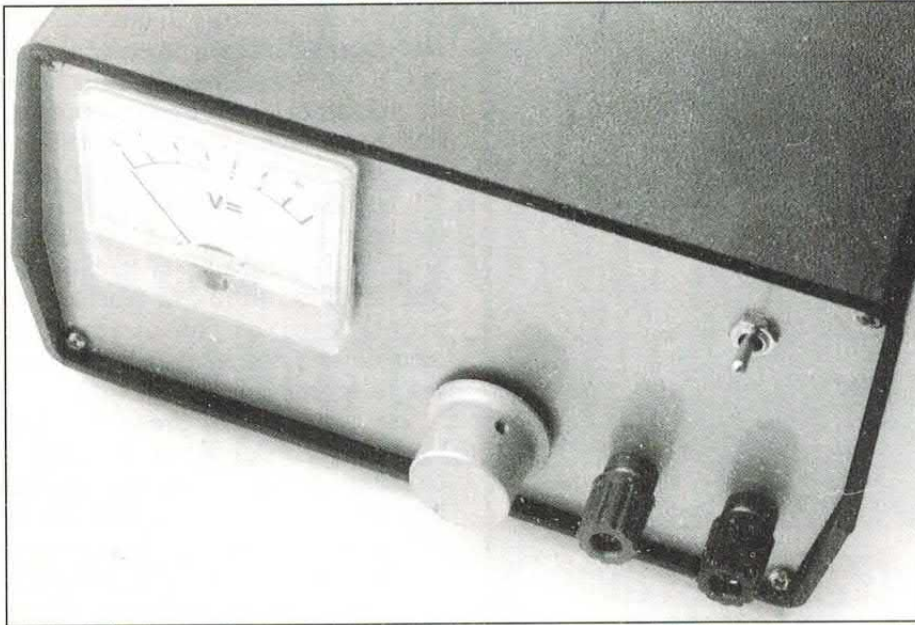
Per poter fare questo ovviamente abbiamo scelto sapientemente la tensione dello Zener, facendo in modo che fosse sufficiente ad ottenere circa 6 volt in uscita considerando le cadute di tensione sulle varie giunzioni e sull'uscita dell'operazionale. Abbiamo inoltre fatto in modo che la tensione di Zener fosse inferiore di qualche volt alla minima tensione presente ai capi di C1, corrispondente alla situazione di massima corrente erogabile; diversamente nel normale funzionamento la tensione sull'emettitore di T1, scendendo quella ai capi di C1, diminuirebbe nonostante lo Zener, e ciò è evidente se si pensa che questo diodo limita la tensione ai propri capi al suo valore di breakdown e non entra in conduzione per valori minori.

La tensione presente tra l'emettitore del T1 (collegato a collettore comune) e massa alimenta il partitore di tensione composto da R2, R3 ed R5. Variando la posizione del cursore del potenziometro R3 varia la tensione applicata all'ingresso non invertente dell'U1 e di conseguenza varia la sua tensione d'uscita.

L'ALIMENTATORE RETROAZIONATO

Il partitore, l'operazionale ed i transistor T2 e T3 costituiscono l'alimentatore retroazionato a tensione variabile. L'operazionale lo abbiamo collegato così come vedete per permettergli di compensare gli abbassamenti della tensione tra i punti OUT quando la corrente richiesta aumenta.

Infatti collegando l'emettitore del T2 all'ingresso invertente dell'operazionale ogni diminuzione della tensione d'uscita porta ad una diminuzione del potenziale di tale ingresso e quindi ad un aumento della tensione differenziale (differenza tra la tensione all'ingresso non invertente e quella all'invertente) d'ingresso; poiché la tensione di uscita e uguale al prodotto del coefficiente di amplificazione dell'operazionale per la sua tensione differenziale d'ingresso, vediamo che una diminuzione della tensione tra i punti OUT forza l'operazionale stesso a fornire una tensione di uscita più elevata.

Ora che lo schema dovrebbe essere sufficientemente chiaro possiamo passare ai consigli per la costruzione. Il circuito può essere realizzato su qualunque tipo di basetta, anche millefori; per facilitare il montaggio abbiamo però disegnato

Sul pannello frontale della scatola vanno montati i comandi (interrutore di accensione, manopola di regolazione della tensione di uscita) oltre al voltmetro e alle due boccole di uscita.

LE LEGGI DELLA GALVANOSTEGIA

Sappiamo che da una soluzione di sale ed acqua si può ricavare del metallo, detto elettrolitico perché si separa per elettrolisi della soluzione, ovvero divisione a seguito di somministrazione di energia elettrica. La quantità di metallo che si libera dipende strettamente dalla quantità di energia elettrica fornita, e ciò é logico se si pensa che per liberare un atomo di metallo bisogna dargli uno o più elettroni.
Se consideriamo gli elettroni come palline, e la corrente elettrica come tante di queste palline che si muovono in fila lungo un tubo, appare chiaro come la quantità di atomi di metallo che aderisce all'elettrodo negativo dipenda dalla quantità di elettricità data dal generatore: se un atomo vuole due elettroni (palline) per ricavare 100 atomi occorrono 200 elettroni, quindi una quantità di corrente pari a 200 delle nostre palline.
Scendendo un po' nei dettagli, possiamo dire che per ogni elettrone di valenza (due nel caso del rame, tre per il ferro, ecc.) per estrarre da una soluzione (ammesso che ce ne sia abbastanza) l'equivalente del peso atomico di un metallo occorre una quantità di elettricità pari a 96.480 C (Coulomb). Un coulomb equivale all'intensità di corrente di 1 ampére che attraversa la sezione di un conduttore per un secondo. Per estrarre del rame, il cui peso atomico è circa 63,5 e la valenza 2, occorrono ben 3.036 coulomb per ogni grammo di materiale depositato! Il che significa che facendo scorrere nel bagno galvanico una corrente di 3.036 ampére si estrae un grammo di rame in un secondo, o che a 3,036 ampére occorrono 16 minuti primi e 40 secondi per avere la medesima quantità di metallo.
In linea generale (lo diciamo per chi un po' si intende un poco di chimica) la quantità di elettricità che occorre per estrarre galvanicamente un grammo di metallo dalla corrispondente soluzione salina si ricava con la formula seguente: Q = 96.480xn/Pa; dove Q è la quantità di elettricità (in coulomb) n è la valenza del metallo (di solito non supera 4) e Pa è il suo peso atomico. Peso atomico e valenza dei metalli si possono ricavare da un libro di chimica o di fisica in cui si trovi la Tabella Periodica degli Elementi; al limite anche nelle migliori enciclopedie scientifiche.

una traccia (in scala 1:1) utile per farsi il circuito stampato. Una volta inciso e forato lo stampato si possono montare i componenti iniziando dalle resistenze; per l'LM358 suggeriamo di utilizzare uno zoccolo 4+4 piedini, quindi saldate le resistenze è la volta dello zoccolo.

Poi si montano il diodo Zener, i transistor, il potenziometro, il ponte raddrizzatore ed i condensatori, partendo da quelli più piccoli. Il transistor d'uscita, cioè T2, deve essere provvisto di un dissipatore di calore avente resistenza termica di 3,5÷4,5 °C/W; tra dissipatore e aletta metallica del transistor consigliamo poi di interporre uno strato di pasta al silicone, utile a far smaltire meglio il calore prodotto.

Montati tutti i componenti sullo stampato occorre inserire l'LM358 nel suo zoccolo (badando ad inserirlo nel verso giusto) e collegare ai punti Val il secondario di un trasformatore da rete da 9 volt; il trasformatore deve essere da 25÷30 VA. Il primario va invece collegato ad un cordone con spina per rete 220 volt, ponendo in serie l'interruttore S1 (vedi schema elettrico) in modo da poter spegnere ed accendere il tutto.

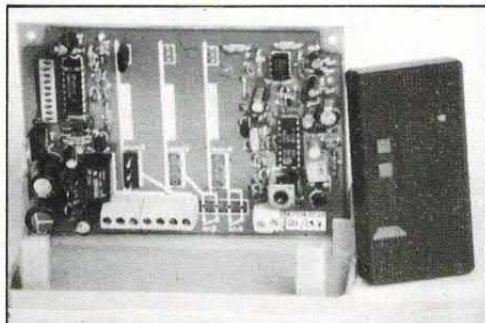
PER CONCLUDERE...

Per fare una bella cosa e per avere un minimo di sicurezza nel maneggiare l'alimentatore consigliamo di racchiuderlo in un contenitore con ampie feritoie per l'aerazione del dissipatore e del trasformatore, fissando sul pannello frontale il potenziometro, due morsetti a vite per prelevare la tensione, e l'interruttore di accensione (S1).

Volendo si può anche, come abbiamo fatto noi, inserire un voltmetro collegandolo in parallelo ai morsetti di uscita. Diversamente durante le prove e in fase di collaudo occorrerà un tester predisposto alla misura di tensioni in continua (da collegare tra i morsetti di uscita) per conoscere l'esatta tensione di uscita dell'alimentatore. Per realizzare il tutto prendete spunto dalle foto del nostro prototipo pubblicate in queste pagine. □

by *Futura Elettronica*

tutto radiocomandi

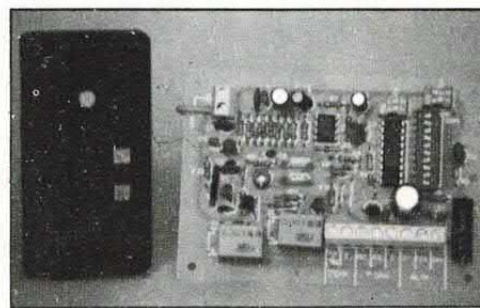
Per controllare a distanza qualsiasi dispositivo elettrico o elettronico. Disponiamo di una vasta scelta di trasmettitori e ricevitori a uno o più canali, quarzati o supereattivi, realizzati in modo tradizionale o in SMD. Tutti i radiocomandi vengono forniti già montati, tarati e collaudati. Disponiamo inoltre degli integrati codificatori/decodificatori utilizzati in questo campo.

RADIOCOMANDI QUARZATI 30 MHz

Le caratteristiche tecniche e le prestazioni di questo radiocomando corrispondono alle norme in vigore in numerosi paesi europei. Massima sicurezza di funzionamento in qualsiasi condizione di lavoro grazie all'impiego di un trasmettitore quarzato a 29,7 MHz (altre frequenze a richiesta) e ad un ricevitore a conversione di frequenza anch'esso quarzato. Per la codifica del segnale viene utilizzato un tradizionale MM53200 che dispone di 4096 combinazioni. Il trasmettitore è disponibile nelle versioni a 1 o 2 canali, mentre il ricevitore viene normalmente fornito nelle versioni a 1 e 2 canali ma può essere espanso sino a 4 canali mediante l'aggiunta di apposite schede di decodifica. In dotazione al ricevitore è compreso un apposito contenitore plastico munito di staffa per il fissaggio. È anche disponibile l'antenna accordata a 29,7 MHz munita di snodo, staffa di fissaggio e cavo.

FR17/1 (tx 1 canale) **Lire 50.000**
FR18/1 (rx 1 canale) **Lire 100.000**
FR18/E (espansione) **Lire 20.000**
FR17/2 (tx 2 canali) **Lire 55.000**
FR18/2 (rx 2 canali) **Lire 120.000**
ANT/29,7 (antenna) **Lire 25.000**

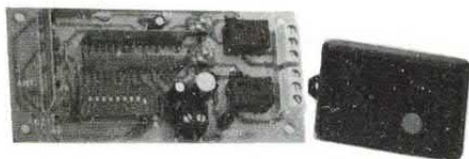
RADIOCOMANDI CODIFICATI 300 MHz

Sistema particolarmente versatile, rappresenta il migliore compromesso tra costo e prestazioni. Massima sicurezza di funzionamento garantita dal sistema di codifica a 4096 combinazioni, compatibile con la maggior parte degli apricancello attualmente installati nel nostro paese. Il trasmettitore (che misura appena 40×40×15 millimetri) è disponibile nelle versioni a 1,2 o 4 canali mentre del ricevitore esiste la versione a 1 o 2 canali. La frequenza di lavoro, di circa 300 MHz, può essere spostata leggermente (circa 10 MHz) agendo sui compensatori del ricevitore e del trasmettitore. Risulta così possibile allineare i radiocomandi alla maggior parte dei dispositivi commerciali. La portata del sistema dipende dalle condizioni di lavoro e dal tipo di antenna utilizzata nel ricevitore. In condizioni ottimali la portata è leggermente inferiore a quella del sistema quarzato a 30 MHz.

FE112/1 (tx 1 canale) **Lire 35.000**
FE112/4 (tx 4 canali) **Lire 40.000**
FE113/2 (rx 2 canali) **Lire 86.000**
FE112/2 (tx 2 canali) **Lire 37.000**
FE113/1 (rx 1 canale) **Lire 65.000**
ANT/300 (antenna) **Lire 25.000**

RADIOCOMANDI MINIATURA 300 MHz

Realizzati con moduli in SMD, presentano dimensioni molto contenute ed una portata compresa tra 30 e 50 metri con uno spezzone di filo come antenna e di oltre 100 metri con un'antenna accordata. Disponibili nelle versioni a 1 o 2 canali, utilizzano come coder/decoder gli integrati Motorola della serie M145026/27/28 che dispongono di ben 19.683 combinazioni. Sia i trasmettitori che i ricevitori montano appositi dip-switch "3-state" con i quali è possibile modificare facilmente il codice. Con un dip è possibile selezionare il modo di funzionamento dei ricevitori: ad impulso o bistabile. Nel primo caso il relé di uscita resta attivo fino a quando viene premuto il pulsante del TX, nel secondo il relé cambia stato ogni volta che viene attivato il TX.

versione a 1 canale

versione a 2 canali

TX2C (tx 2 canali) **Lire 40.000**
FT24K (rx 1 canale kit) **Lire 40.000**
FT24M (rx 1 can. montato) **Lire 45.000**
FT26K (rx 2 canali kit) **Lire 62.000**
FT26M (rx 2 can. montato) **Lire 70.000**

MODULI RICEVENTI E DECODER SMD

Di ridottissime dimensioni e costo contenuto, rappresentano la soluzione migliore per munire di controllo a distanza qualsiasi apparecchiatura elettrica o elettronica. Sensibilità RF di - 100 dBm (2,24 microvolt). Il modulo ricevente in SMD fornisce in uscita un segnale di BF squadrato, pronto per essere decodificato mediante un apposito modulo di decodifica o un integrato decodificatore montato nell'apparecchiatura controllata. Formato "in line" con dimensioni 16,5×30,8 mm e pins passo 2,54. Realizzato in circuito ibrido su allumina ad alta affidabilità intrinseca. Alimentazione R.F. a+5 volt con assorbimento tipico di 5 mA e alimentazione B.F. variabile da+5 a +24 volt con assorbimento tipico di 2 mA e uscita logica corrispondente. Della stessa serie fanno parte anche i moduli di decodifica in SMD con uscita monostabile o bistabile e decodifica Motorola 145028. Disponiamo anche dei trasmettitori a due canali con codifica Motorola. Tutti i moduli vengono forniti con dettagliate istruzioni tecniche e schemi elettrici di collegamento.

scala 1:1

RF290A (modulo ricevitore a 300 MHz) **Lire 15.000**
D1MB (modulo di decodifica a 1 canale) **Lire 19.500**
D2MB (modulo di decodifica a 2 canali) **Lire 26.000**
TX300 (trasmettitore ibrido a 300 MHz) **Lire 18.000**
SU1 (sensore ibrido ultrasuoni 40 KHz) **Lire 18.000**

Vendita al dettaglio e per corrispondenza di componenti elettronici attivi e passivi, scatole di montaggio, strumenti di misura, apparecchiature elettroniche in genere (orario negozio: martedì-sabato 8.30-12.30 / 14.30-18.30 • lunedì 14.30-18.30). **Forniture all'ingrosso** per industrie, scuole, laboratori. **Progettazione e consulenza** hardware/software, programmi per sistemi a microprocessore e microcontrollore, sistemi di sviluppo. Venite a trovarci nella nuova sede di Rescaldina (autostrada MI-VA, uscita Castellanza).

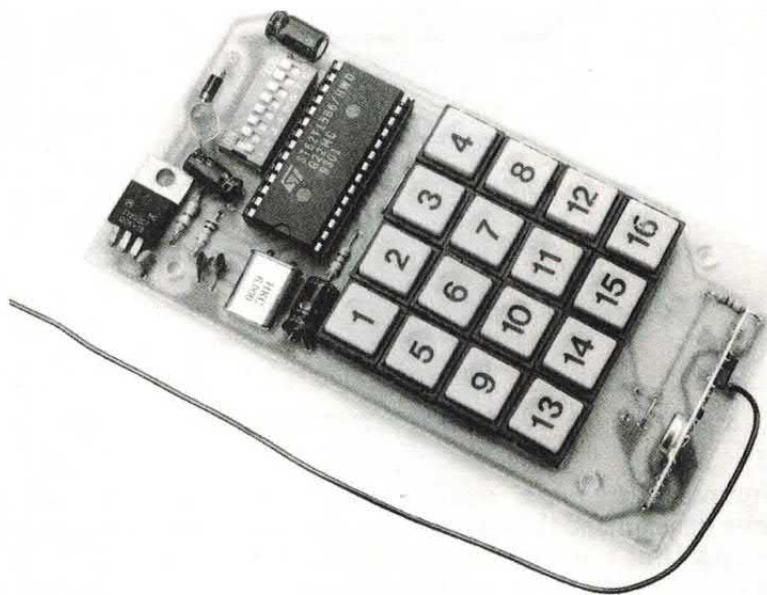
Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a:

FUTURA ELETTRONICA

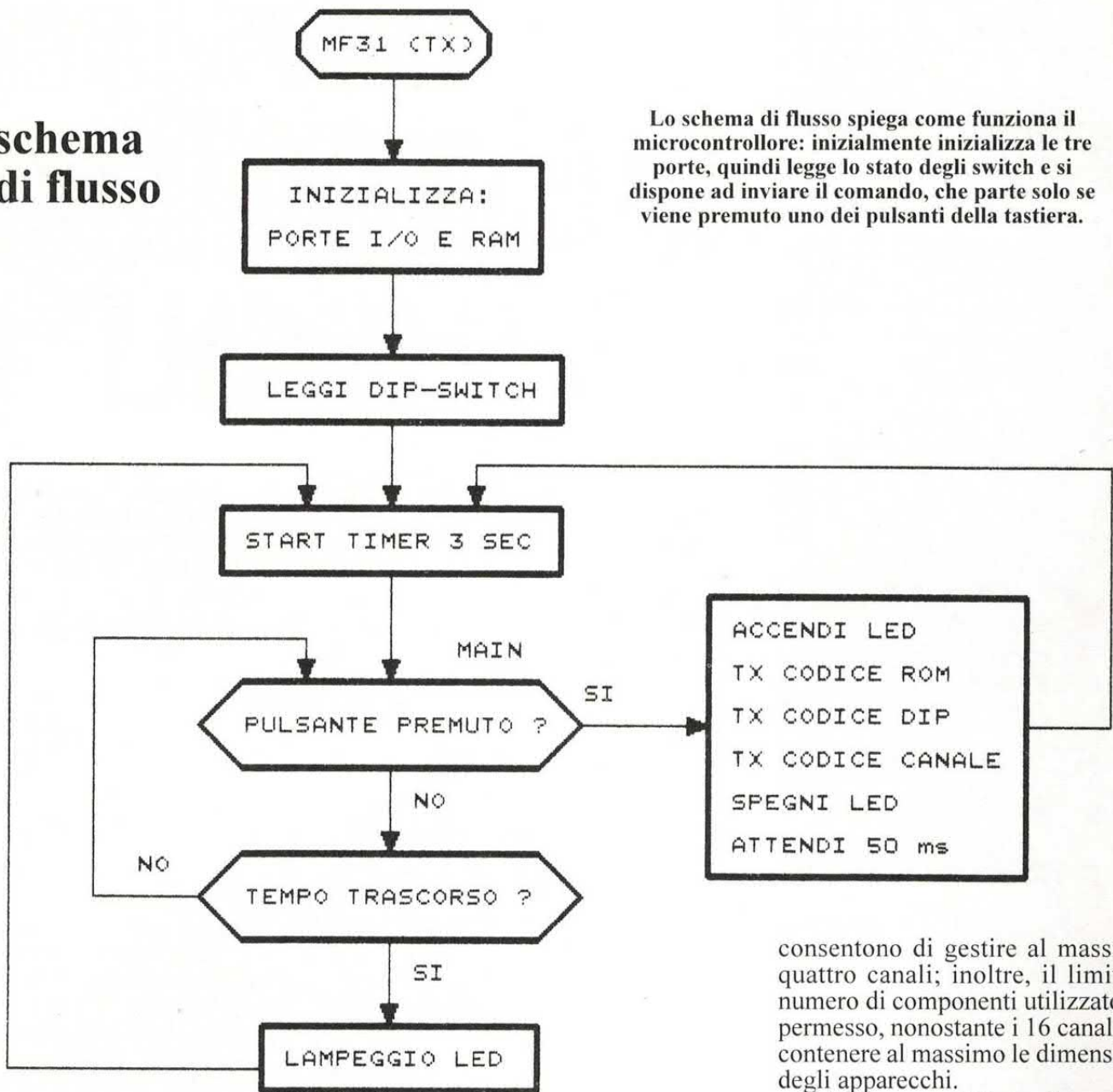
V.le Kennedy, 96 - 20027 RESCALDINA (MI) - Tel. (0331) 576139 r.a. - Fax (0331) 578200

RADIOCOMANDO A 16 CANALI

PER CONTROLLARE A DISTANZA, VIA RADIO, L'ATTIVAZIONE E LO SPEGNIMENTO DI 16 DIVERSI UTILIZZATORI. COMPOSTO DA DUE UNITÀ: UNA TRASMITTENTE ED UNA RICEVENTE, ENTRAMBE GESTITE DA MICROCONTROLLORE CON CODIFICA A 65.536 COMBINAZIONI. LA SEZIONE A RADIO FREQUENZA UTILIZZA MODULI IBRIDI AUREL. PRIMA PARTE: IL TRASMETTITORE.

DI CARLO VIGNATI

Comandare a distanza, via etere, un apparato elettrico era considerato fino a qualche anno fa solo una comodità. Il comando radio veniva utilizzato in applicazioni specifiche in cui non era possibile effettuare un collegamento via filo. Oggi invece si sta verificando una inversione di tendenza e quello che una volta era ritenuto comodo diviene sempre più necessario. A prova di ciò basti pensare, ad esempio, agli antifurti auto dove i tradizionali sistemi di attivazione (tastiera a combinazione, chiave meccanica, chiave digitale), sono stati rimpiazzati dai radiocomandi; attualmente l'80 percento degli antifurti auto viene attivato/disattivato via radio. Appare quindi chiaro che il mercato dei comandi radio è destinato a subire un notevole incremento diventando parte integrante di molte apparecchiature elettroniche.

I radiocomandi normalmente disponibili in commercio dispongono di un numero di canali variabili da uno ad un massimo di quattro. Essi

schema di flusso

Lo schema di flusso spiega come funziona il microcontrollore: inizialmente inizializza le tre porte, quindi legge lo stato degli switch e si dispone ad inviare il comando, che parte solo se viene premuto uno dei pulsanti della tastiera.

sono composti da una unità trasmittente (telecomando) dotato di 1/2/3 o 4 pulsanti e di una unità ricevente caratterizzata da un eguale numero di relè.

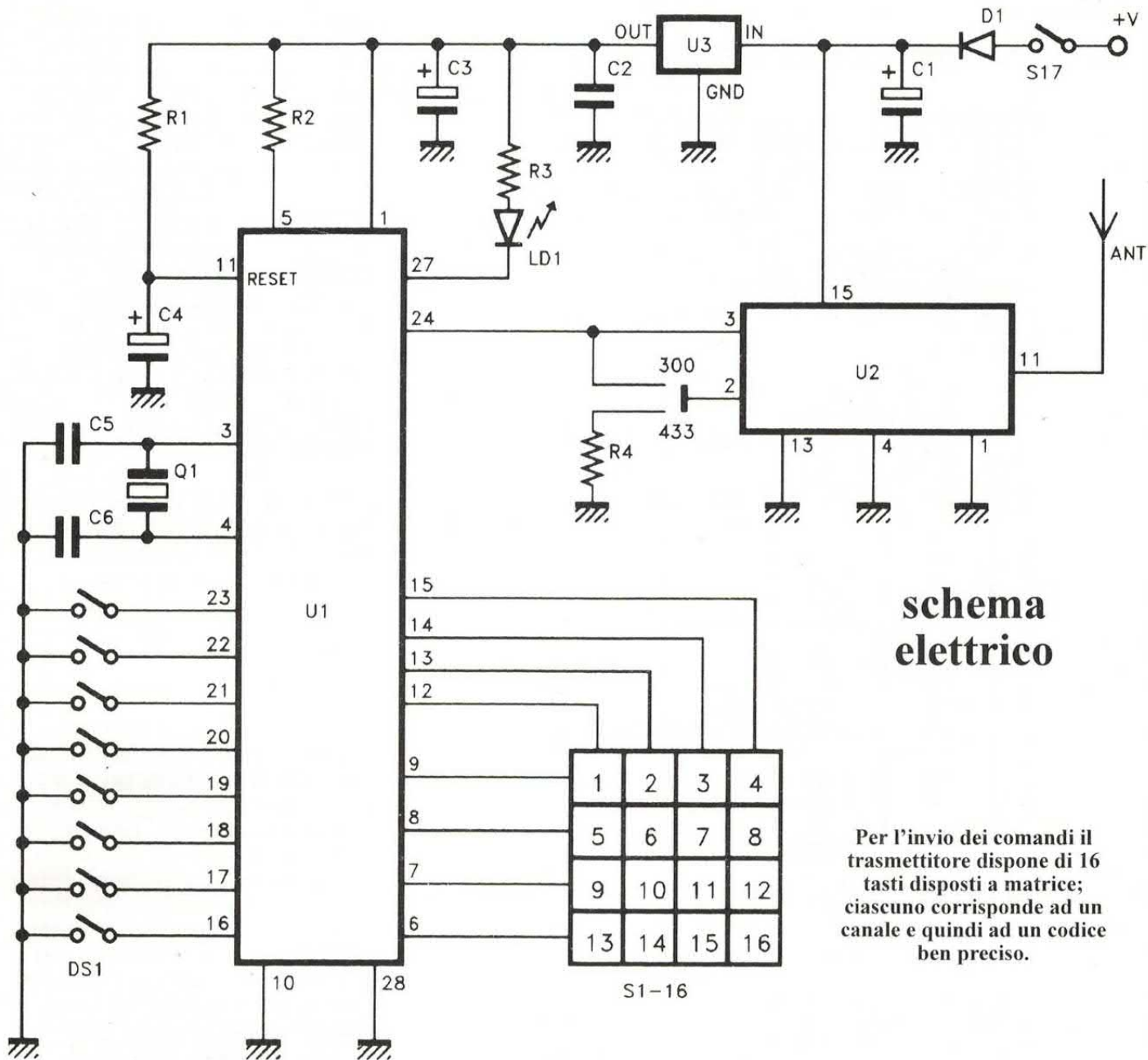
La limitazione di questi apparecchi risulta ovvia: il basso numero di utenze controllabili. Ne deriva che se essi consentono di coprire molte applicazioni nel campo degli antifurti e degli apricancelli, non sono in grado di gestire molte altre applicazioni di domotica o di tipo industriale che richiedono appunto un maggior numero di canali.

Ecco perché, anche ricollegandoci al discorso introduttivo di espansione dei comandi a distanza via radio, abbiamo realizzato, e presentiamo in queste pagine, un circuito decisamente innovativo in grado di gestire ben sedici diversi canali. Un radiocomando con un così alto numero di canali era infatti disponibile (fino ad ora) solo per il consumo industriale. Inoltre, grazie all'impiego di due microcontrollori (uno sul trasmettitore e uno sul ricevitore), è stato possibile raggiungere un altissimo livello di sicurezza (basti pensare che il segnale trasmesso è codificato con 65.536 combinazioni) con un numero molto contenuto di componenti.

L'utilizzo del micro è una scelta obbligatoria in quando le codifiche/decodifiche più diffuse (ad esempio l'MM53200 o la famiglia Motorola 145026 / 145027/ 145028) consentono di gestire al massimo quattro canali; inoltre, il limitato numero di componenti utilizzato ha permesso, nonostante i 16 canali, di contenere al massimo le dimensioni degli apparecchi.

Abbiamo semplificato al massimo anche la sezione a radio frequenza facendo uso di moduli in SMD già montati e tarati.

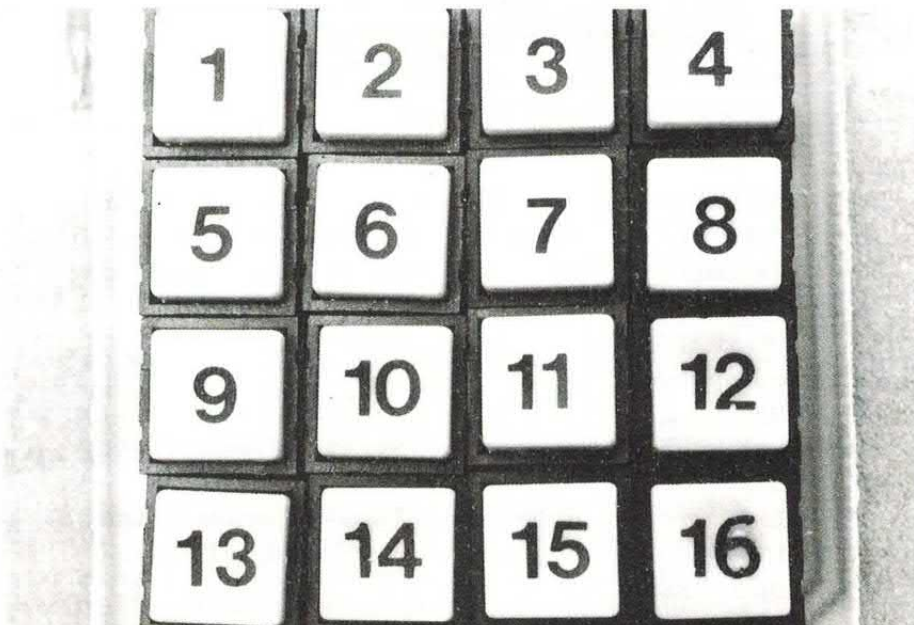
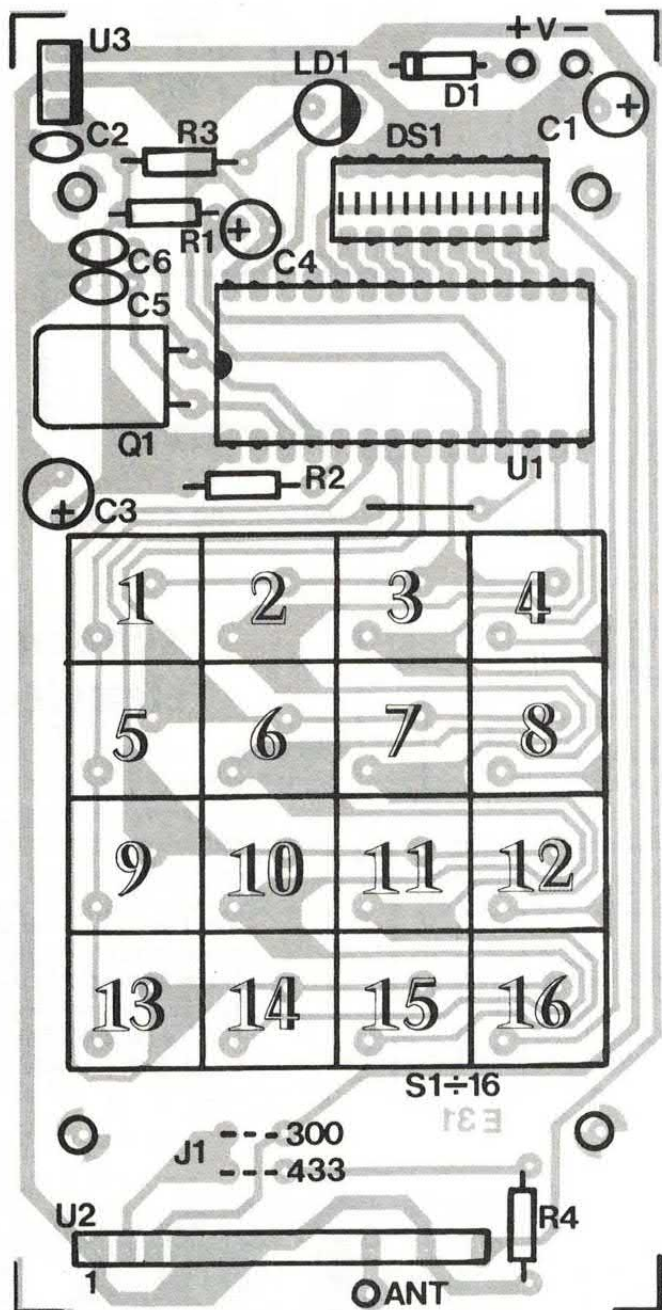
I MODULI DA USARE

Anche in questo caso abbiamo utilizzato i moduli a film spesso dell'Aurel, un'azienda italiana all'avanguardia in questo settore. Nella versione standard abbiamo implementato i moduli superattivi a 300 MHz che consentono di raggiungere portate di oltre 50 metri. Il progetto prevede tuttavia la possibilità di utilizzare i nuovi moduli quarzati a 433,92 MHz che consentono di raggiungere una

schema elettrico

Per l'invio dei comandi il trasmettitore dispone di 16 tasti disposti a matrice; ciascuno corrisponde ad un canale e quindi ad un codice ben preciso.

portata di circa 500 metri.

Analizzando la struttura di un radiocomando possiamo distinguere, per definizione, due diverse unità: una trasmittente e una ricevente; a loro volta entrambe possono essere suddivise in tre sezioni: ingresso, elaborazione, uscita.

Nel nostro trasmettitore l'ingresso è composto da una matrice a 16 pulsanti, l'elaborazione da un microcontrollore che codifica il tasto premuto in una sequenza di informazioni digitali, l'uscita da un modulo trasmittente RF realizzato in tecnologia SMD. Nel ricevitore l'ingresso è un modulo a radiofrequenza, l'elaborazione fa capo ad un micro che decodifica il segnale binario e l'uscita è formata dall'in-

COMPONENTI

R1 = 100 Kohm
R2 = 10 Kohm
R3 = 390 Ohm
R4 = 4,7 Kohm
C1 = 100 uF 16 VL
C3 = 100 uF 16 VL
C2 = 100 nF
C4 = 1 uF 16 VL
C5 = 22 pF
C6 = 22 pF
D1 = 1N4004
LD1 = Diodo LED verde 5 mm
Q1 = Quarzo 6 MHz
U1 = Integrato ST6215 (con software MF31)
U2 = Modulo trasmittente TX300 o TX433SAW
U3 = Regolatore 7805

DS1 = Dip-switch 8 poli
S1 / S16 = Pulsante N.A. da stampato
Varie = 1 circuito stampato cod. E31, 1 zoccolo 14+14 pin.

sieme dei 16 relè. Questi ultimi possono essere azionati (in funzione della posizione di un dip-switch presente sul ricevitore) in due differenti modi, ad impulso o a memoria (bistabile).

Nel primo caso la pressione di un pulsante del trasmettitore determina la chiusura del relè selezionato sul ricevitore e il rilascio del pulsante coincide con l'apertura del relè. Nel secondo caso ogni volta che viene premuto il pulsante la condizione del relè viene "toglata", ovvero ad ogni pressione del pulsante coincide un cambio di stato da chiuso ad aperto (o viceversa) del relè selezionato. Dopo avere analizzato nel complesso le prestazioni di questo radiocomando, approfondiamo l'argomento occupandoci in dettaglio del funzionamento del trasmettitore.

SCHEMA ELETTRICO

Come si può notare dallo schema elettrico, il trasmettitore è stato realizzato con un numero veramente esiguo di componenti. Tutto fa capo all'integrato U1 al quale sono collegati la tastiera a matrice, il dip-switch, e la sezione radio. Esso rappresenta l'unità di elaborazione principale: provvede infatti alla scansione della tastiera e dei dip-switch ed alla generazione del segnale modulato on/off che viene inviato al modulo trasmittente RF contraddistinto dalla sigla U2. Il micro viene alimentato, attraverso i pin 1 (Vdd) e 28 (Vss), con la tensione a 5 volt presente a valle del regolatore U3.

La scheda viene invece alimentata con una tensione continua di 12 volt. Allo scopo si può utilizzare, in funzione dell'applicazione richiesta al nostro radiocomando, o un alimentatore da rete o una batteria a 12 volt. Il consumo della scheda è di circa 10 milliampere, di cui 3 vengono assorbiti dal micro e 7 dal modulo SMD. Purtroppo, questo consumo di energia avviene anche a riposo, ovvero anche quando non risulta premuto alcun tasto. E' quindi consigliabile, nell'utilizzo con alimentazione a batteria, interporre un interruttore di acceso/spento allo

scopo di prolungare la durata della pila.

Iniziamo l'analisi dello schema elettrico proprio da U1, un microcontrollore della SGS-Thomson tipo ST6215 dotato di ben 20 porte di ingresso/uscita. Per funzionare l'integrato U1 necessita solamente (oltre alla tensione di alimentazione!) di un quarzo esterno collegato ai pin 3 e 4 (rispettivamente OSCI e OSCO) e di una resistenza e di un condensatore collegati al pin 11 (Reset).

Il quarzo fornisce la corretta oscillazione al micro e ne scandisci la sequenza degli eventi mentre la rete resistenza/condensatore serve per generare, all'atto della prima accensione, il cosiddetto impulso di Reset, che consente al micro di iniziare a funzionare solamente dopo che la tensione di alimentazione si è stabilizzata.

Il microcontrollore ST6215 contiene, oltre all'unità di elaborazione, ai registri , e alla memoria di programma, tre porte configurabili come I/O (PA, PB, PC).

LA TASTIERA A MATRICE

All'integrato U1 è collegata una matrice di 16 tasti collegati a quattro colonne ed altrettante righe.

Chiamiamo righe le linee che congiungono i pulsanti ai pin 6,7,8 e 9 del micro, mentre indichiamo come colonne le linee che vanno dai pulsanti ai pin 12,13,14 e 15 del micro.

Le righe rappresentano fisicamente delle uscite di cui una sola a valore 0 (Vss) e le altre tre a valore 1 (+5V). Le colonne sono invece gli ingressi che vengono tenuti a +5V mediante delle resistenze di pull-up contenute nel micro.

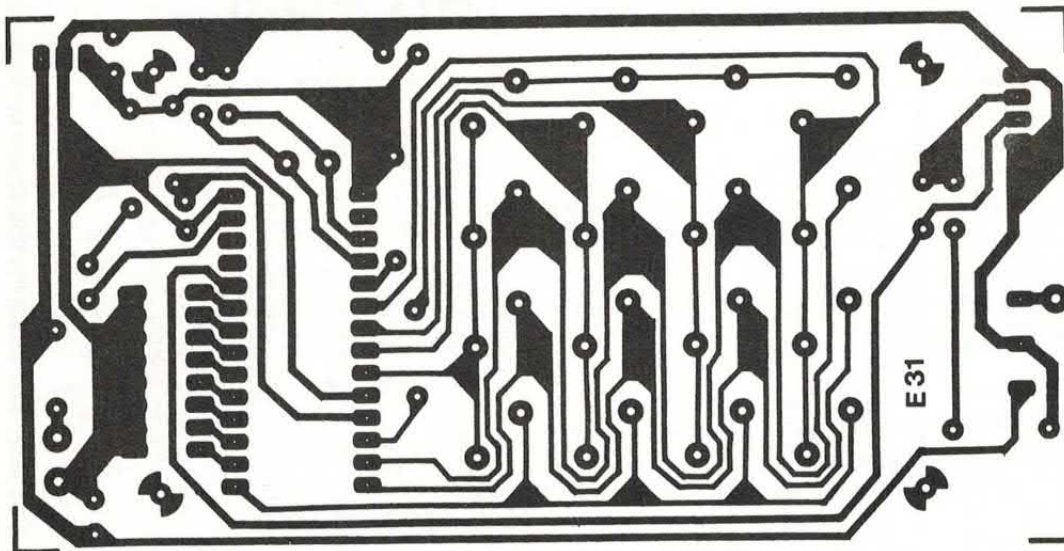
Quando una colonna viene ad assumere un valore pari a 0, il nostro micro riconosce la pressione di un tasto e sapendo anche quale è in quell'istante la riga attiva (ovvero la riga a 0) può, confrontando una tabella interna, decodificare il numero del tasto premuto.

Meno difficoltosa per il micro risulta la lettura dello stato dei dip-switch, in questo caso infatti ogni singolo dip è interfacciato ad una porta di ingresso, precisamente ai pin 16,17,18 e 19 che appartengono alla porta denominata B, ed ai pin 20,21,22 e 23 che appartengono alla porta A.

Tutte queste linee sono configurate come ingressi dotati di resistore di pull-up in modo da permettere al micro distinguere lo stato di dip aperto a cui coincide una tensione di +5 volt e lo stato di dip chiuso a cui coincide 0 volt. Le ultime due porte disponibili sono il PA0 e il PA3, rispettivamente il pin 27 e 24 del micro. La prima porta viene utilizzata per l'accensione di un led durante la trasmissione del segnale mentre dalla seconda linea di I/O esce il segnale da trasmettere attraverso U2.

LA CODIFICA DEL SISTEMA

Come già accennato nella parte introduttiva di questo articolo, un notevole pregio del nostro radiocomando è l'elevato grado di sicurezza della codifica che dispone

lato rame

La traccia lato rame della basetta, a grandezza naturale. Per completare i collegamenti tra i vari componenti occorre realizzare alcuni ponticelli.

di ben 65.536 combinazioni.

Vediamo nel dettaglio cosa significa tutto ciò. Teoricamente l'informazione da inviare al ricevitore deve contenere solo il numero del tasto premuto; ad esempio se viene premuto il pulsante numero 5 il micro deve interpretare il pulsante e inviare al ricevitore il numero 5.

Nel nostro caso basterebbero solo 4 bit per esprimere in modo digitale il numero del tasto premuto.

Ad esempio, il tasto numero 1 verrebbe identificato dal codice binario 0000, il numero 16 dal codice 1111. In realtà ciò non è possibile poiché nell'etere non viaggiano solo le informazioni del nostro telecomando ma anche quelle, ad esempio, dell'apricancello del nostro vicino di casa.

Per questo motivo il telecomando dovrà inviare oltre all'informazione base (numero del pulsante) anche una serie di altre informazioni dette di codifica. In questo modo il ricevitore andrà ad agire sullo stato del relè solo se il codice ricevuto coincide con quello selezionato sia in trasmissione che in ricezione.

Risulta ovvio che più è alto il numero di bit utilizzati per codificare l'informazione più è bassa o addirittura nulla (tenendo conto del raggio di azione dei radiocomandi) la probabilità che una terza persona possa interferire nella nostra trasmissione.

Inoltre se consideriamo che la codifica impiegata non è standard ma utilizza un protocollo custom creato appositamente per questo prodotto, risulta assolutamente impossibile l'interferenza con un altro segnale radio alla stessa frequenza.

Entrando nel dettaglio, il segnale trasmesso è composto da una sequenza di 20 digit, di cui i primi otto sono permanentemente memorizzati all'interno della memoria di U1, i successivi otto sono configurati a piacere dall'utente agendo sul dip-switch, ed infine gli ultimi quattro indicano il numero del pulsante premuto.

Il microcontrollore va montato su un apposito zoccolo a 14+14 piedini, nel verso che vedete. I pulsanti devono essere del tipo per circuito stampato; a fine montaggio consigliamo di numerarli.

LA GESTIONE VIA SOFTWARE

Da quanto fin qui esposto, risulta evidente che la complessità maggiore non riguarda la realizzazione dell'hardware ma bensì quella del software. Descriviamo quindi meglio quest'ultima parte facendo riferimento allo schema a blocchi riportato nell'articolo.

Per prima cosa il programma (codice MF31) configura correttamente le linee di I/O utilizzate per poi leggere lo stato dei dip-switch e salvarlo nella memoria dati; infine il

micro attiva il timer interno impostando un tempo di 3 secondi.

Il programma principale o main program controlla se viene premuto un tasto e se il tempo è scaduto. Trascorsi i 3 secondi impostati il micro accende per un istante (5 millisecondi) il led di trasmissione e ricicla.

Il breve lampeggio del led serve per segnalare che il trasmettitore è acceso e che sta funzionando correttamente. Se viene premuto un tasto il micro abbandona il main program e va a gestire la subroutine di trasmissione. La trasmissione può essere suddivisa in cinque fasi: accensione del led, trasmissione del codice permanente in ROM, trasmissione del codice dei dip-switch, trasmissione del codice corrispondente al tasto premuto, spegnimento del led. La durata di questa routine è di 20 millisecondi a cui ne vanno aggiunti altri 50 di attesa.

Completato l'invio delle varie informazioni il micro torna a riciclare nel programma principale.

REALIZZAZIONE PRATICA

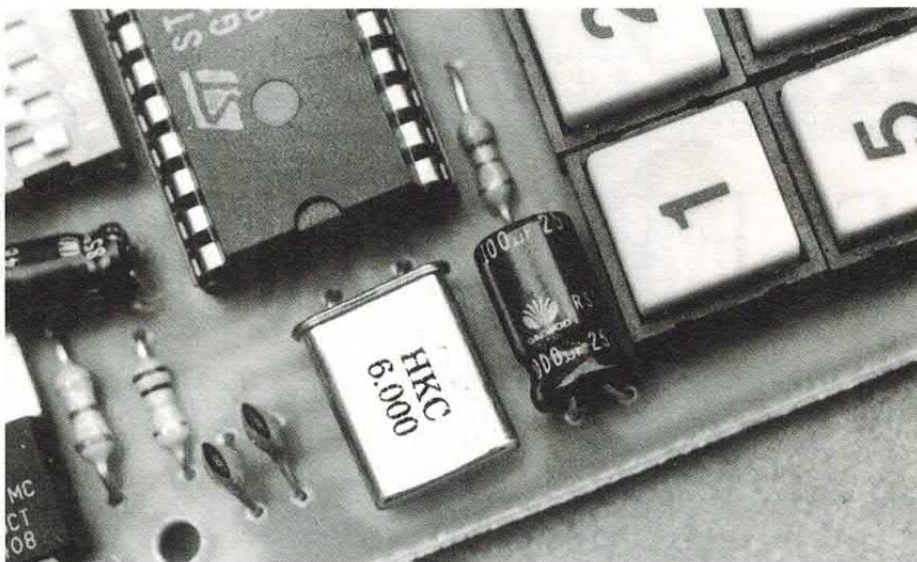
Il montaggio del trasmettitore non presenta alcuna difficoltà. Dopo aver realizzato il circuito stampato a singola faccia, iniziamo il montaggio dei componenti partendo da quelli a più basso profilo. Saldiamo le resistenze, il diodo D1, il ponticello e proseguiamo nel montaggio saldando lo zoccolo di U1, il dip-switch a 8 poli ed i sedici tasti.

Terminiamo il cablaggio inserendo i componenti più alti ovvero i condensatori, il quarzo, e il regolatore U3; tutti questi componenti debbono essere piegati sul C.S. per diminuirne l'ingombro in altezza.

Infine montiamo il modulo trasmittente in SMD. Come già accennato, lo stampato accetta sia il modulo a 300 MHz che quello a 433,92 MHz.

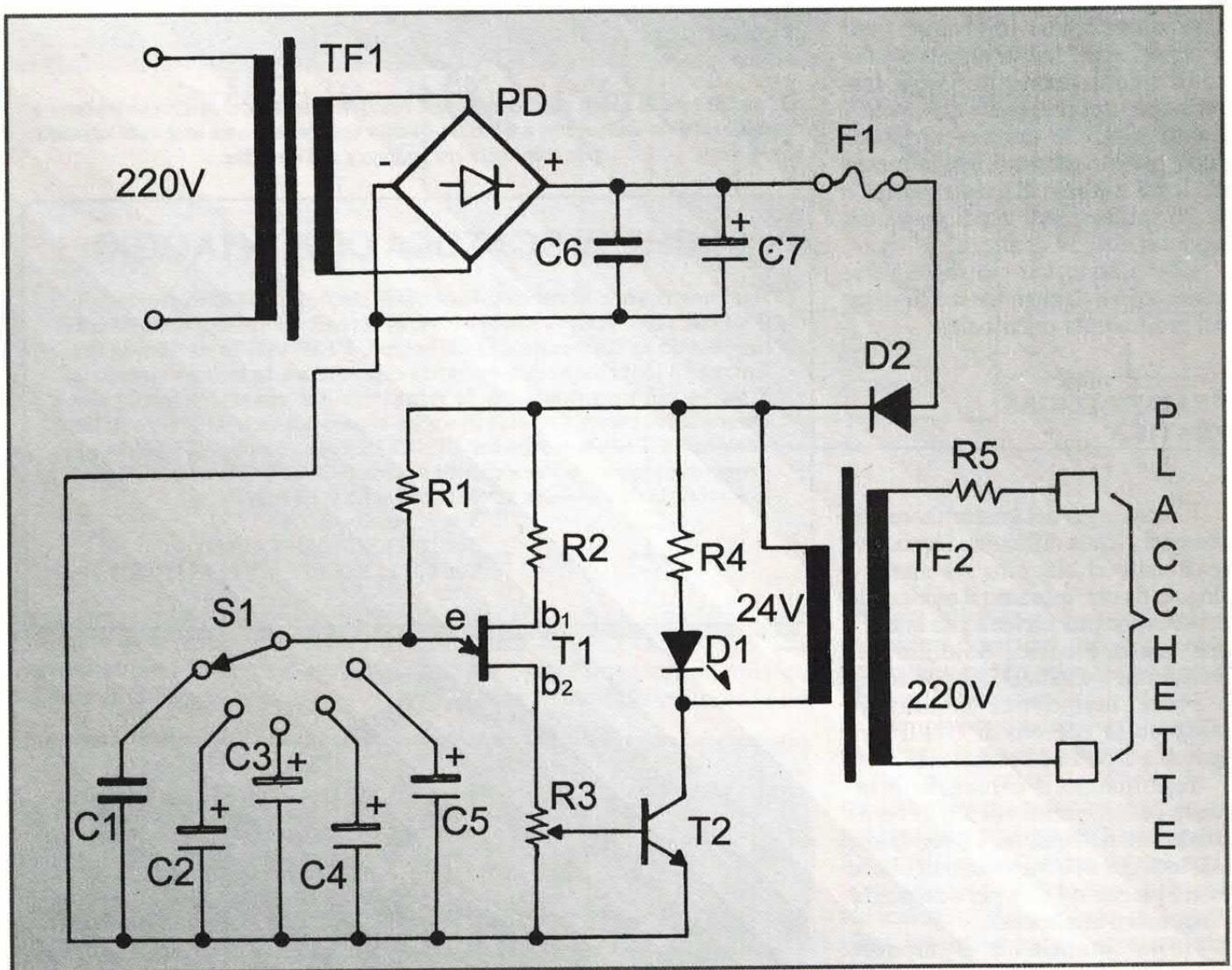
I due moduli sono pin-to-pin compatibili e la disposizione dei pin è polarizzata.

L'unico differenza tra i due moduli riguarda i pin 2 e 3; se viene utilizzato un modulo tipo TX300 è

(segue a pag.64)

L'oscillatore di clock che scandisce il funzionamento del microcontrollore è stabilizzato da un quarzo a 6 MHz; questo componente va montato sdraiato, per minimizzare l'altezza del circuito.

Alla trasmissione via etere provvede un modulo SMD che contiene un completo TX on/off. Per grandi distanze va usato il modello a 433 MHz da 50 mW, mentre entro 100÷200 m va bene il tipo a 300 MHz.

ELETTROSTIMOLATORE

SEMPLICISSIMO GENERATORE DI IMPULSI AD ALTA TENSIONE PER ELETTROAGOPUNTURA. L'IDEALE PER CURARE DOLORI, POSTUMI DI FERITE E TRAUMI, ECC.

Avete qualche dolorino che vi affligge? Niente paura, avete trovato il circuito che fa al caso vostro!

Il cuore è l'oscillatore a rilassamento costituito dall'UJT T1 il quale produce un breve ma intenso impulso di corrente attraverso il trimmer R3.

Infatti tale semiconduttore presenta tra E e B2 una resistenza altissima finchè C non si carica a Vp=hVa+Vd, ove h (rapporto di stand-off) dipende dall'UJT ed é normalmente compreso tra 0,5 e 0,8, Va è la tensione di alimentazione e Vd è la caduta diretta sul diodo.

A questo punto fra E e b2 si avrà una resistenza dell'ordine della decina di ohm, quindi il condensatore C si potrà scaricare su R3.

Il periodo di oscillazione sarà approssimativamente dato da T=R1Cln1/(1-h).

La resistenza R2 è inserita per stabilizzare la Vp nei confronti della temperatura e può venire anche cortocircuitata.

La R5 evita danni se le placchette di uscita venissero accidentalmente cortocircuitate.

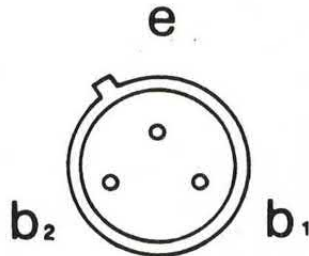
L'impulso prelevato dal cursore di R3 viene poi amplificato dal darlington T2 sul cui collettore si trova il primario di TF2 con in parallelo la rete che "visualizza" gli impulsi.

QUALE ALIMENTAZIONE

L'alimentazione può venir ricavata da un trasformatore di rete TF1 con secondario a 18V/6W come dallo schema, ma si può anche usare una serie di due pile da 9V, accettando una piccola perdita di potenza. Se l'alimentazione viene derivata dalla rete è opportuno, per motivi di sicurezza, racchiudere il tutto in un contenitore plastico.

Per andare sul sicuro conviene scegliere per TF1 un trasformatore per elettromedicali a doppio isolamento, o acquistare un alimentatore per elettromedicali capace di fornire 12 volt ed una corrente di 400 milliampère.

e

b2 b1

L'UJT 2N2646 visto da sotto

Il trasformatore TF2 è un elevatole di tensione 24/220 volt (cioè un trasformatore da rete 220/24V messo alla rovescia).

Può anche essere autocostruito avvolgendo 200 spire con filo da 0,2 mm di diametro per il secondario, e 22 spire di filo da 0,6 mm (di diametro) per il primario (24V); il tutto su un supporto (di dimensioni adeguate) in ferrite o lamellare, a doppia E o a doppia C.

Il progetto dell'elettrostimolatore ci è stato mandato dal Sig. Manuel Panicagli di Prato (FI).

Il BD681 visto dal lato delle scritte

ELENCO COMPONENTI

R1	= 22 KOhm	D2	= LED 5mm
R2	= 120 Ohm	T1	= 2N2646
R3	= 100 Ohm Trimmer	T2	= BD681
R4	= 220 Ohm	PD	= Ponte Raddrizzat. 100V, 1,5A
R5	= 2,7 KOhm	F1	= Fusibile 500mA rapido, 5x20
C1	= 470 nF	S1	= Commutatore 1 via, 5 posizioni.
C2	= 1 μF 25V1	TF1	= Trasformatore 220/18V, 500mA
C3	= 4,7 μF 25V1	TF2	= Trasformatore 24/220V, 50mA
C4	= 10 μF 25V1		
C5	= 47 μF 25V1		
C6	= 100 nF		
C7	= 1000 μF 25V1		
D1	= 1N4002		

SUPER ANTIFURTO AD AUTOINSERIMENTO

CENTRALINA PER AUTOVEICOLI DOTATA DI SENSORE VOLUMETRICO, INGRESSI PER CONTATTI E A LIVELLO DI TENSIONE. SI ATTIVA MEDIANTE RADIOCOMANDO CODIFICATO E, AUTOMATICAMENTE, TRASCORSO UN CERTO TEMPO DAL DISINSERIMENTO.

2ª PUNTATA

di DAVIDE SCULLINO

Bentornati ...a leggere queste pagine; nel fascicolo scorso abbiamo presentato un antifurto per auto e caravan di cui abbiamo iniziato la descrizione. In questo articolo riprendiamo l'argomento da dove l'avevamo lasciato, esaminando la seconda parte dell'antifurto, cioè la scheda di controllo.

Unita alla scheda base, questa permette di realizzare una centralina antifurto completa e versatile, adatta a tutti gli autoveicoli con impianto elettrico funzionante almeno a 12 volt e dotato di accumulatore.

Della centralina abbiamo parlato abbondantemente e con dovizia di particolari nella prima puntata dell'articolo, perciò eviteremo di farlo nuovamente. Lo scopo di queste pagine è completare la descrizione dell'antifurto fornendo ai lettori tutte le informazioni necessarie alla messa a punto ed all'installazione. Ed è quello che facciamo a partire da questo momento.

L'unità di controllo, lo dice il nome stesso, serve a gestire l'antifurto vero e proprio, cioè: provvede ad attivarlo e disattivarlo mediante un relé, dietro comando a distanza o locale; provvede inoltre alla segnalazione di antifurto attivo (LED da porre nell'abitacolo del veicolo) all'attivazione automatica dello stesso in caso di spegnimento accidentale, al blocco del circuito di alimentazione/accensione del motore, e alla carica della batteria in tampone.

L'unità di controllo è costantemente alimentata dalla tensione prelevata dall'impianto elettrico dell'autoveicolo (12 volt c.c.) che entra nel circuito dai punti «+ e - 12V»; mediante R12 viene fornita corrente per la carica alla batteria connessa ai punti BATT. R12 serve a limitare la corrente assorbita dalla batteria, che quando è molto scarica, a causa della differenza tra la tensione dell'impianto elettrico dell'auto e la propria, tende ad assorbire molto.

Se viene a mancare l'alimentazione principale (i 12 volt di ingresso) la batteria collegata ai punti BATT. provvede ad alimentare l'intero antifurto, grazie al diodo D9 che scavalca la resistenza di carica R12. Il diodo D8 ha il duplice scopo di evitare il cortocircuito della batteria nel caso vengano tagliati e vadano in cortocircuito i fili provenienti dall'impianto elettrico del veicolo, e di proteggere la centralina da tensioni inverse di natura impulsiva che possono comparire nell'impianto elettrico del veicolo quando si attivano utilizzatori a carattere induttivo, quindi con motore elettrico: tergicristalli, ventilazione, ecc.

L'attivazione dell'antifurto, cioè l'alimentazione della scheda base, viene gestita dal relé RL1; questo scatta a comando del minitrasmettitore radio che è abbinato al ricevitore montato nel nostro circuito, e che fa capo agli integrati U1 e U2.

Il radiocomando è basato sul sistema MC145026/MC145028 Motorola, ed è codificato; offre la scelta tra oltre 13000 combinazioni e funziona in modo bistabile, cioè sul trasmettitore si trova un

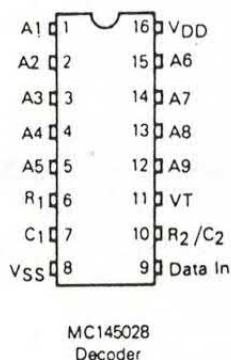
solo pulsante che premuto permette di far cambiare la condizione di funzionamento all'antifurto: se è attivo viene disattivato, mentre, al contrario, se è spento al momento dell'invio del comando viene attivato.

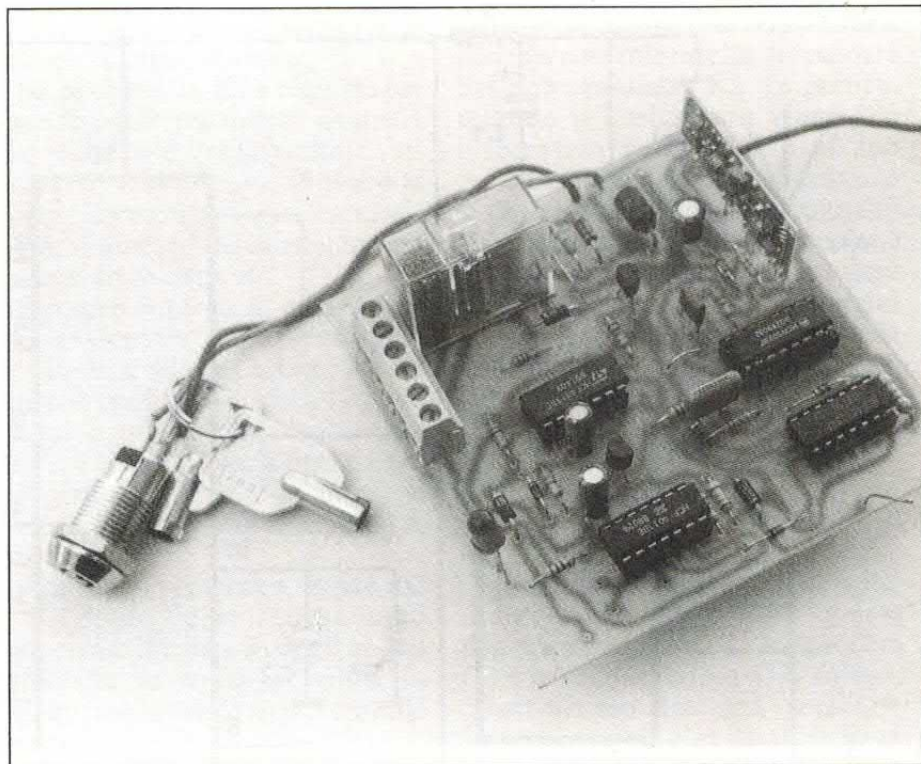
IL TRASMETTITORE DEL RADIOCOMANDO

Il trasmettitore del radiocomando è basato sul codificatore MC145026 Motorola, è alimentato a 12 volt mediante una micropila, e dispone di una serie di dipswitch per impostare il codice. Premendo il pulsante l'uscita dell'integrato codificatore produce un treno di impulsi che contiene l'informazione relativa allo stato degli switch, quindi il codice. Gli impulsi modulano in ampiezza in modo on/off un semplice oscillatore libero a 300 MHz, che irradia nell'aria la portante RF modulata.

Chiaramente la scheda di controllo dell'antifurto dispone di un

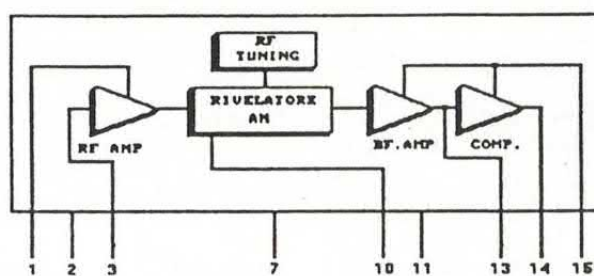
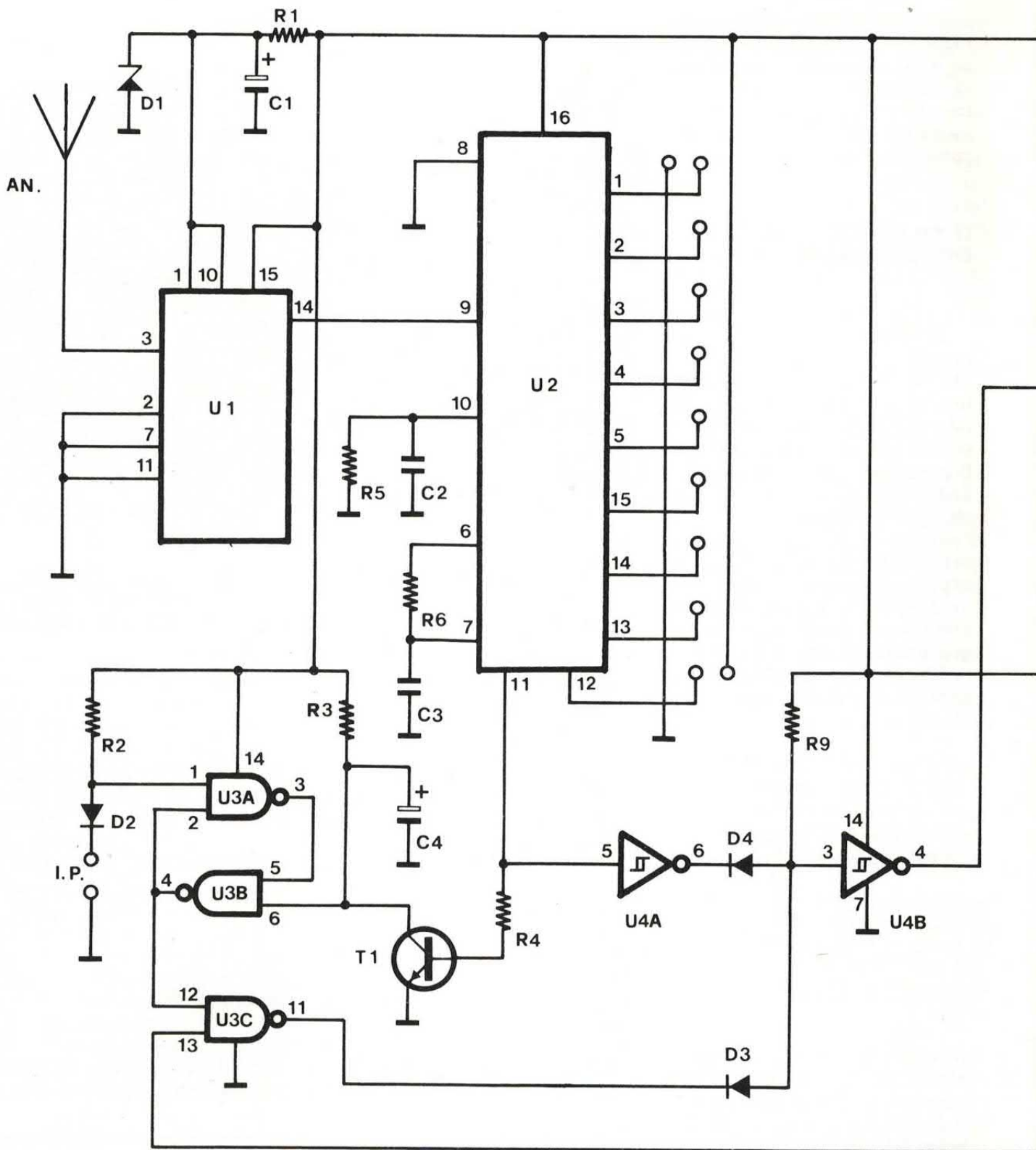
A1	1	16	VDD
A2	2	15	A6
A3	3	14	A7
A4	4	13	A8
A5	5	12	A9
R1	6	11	VT
C1	7	10	R2/C2
VSS	8	9	Data In

MC145028
Decoder

ricevitore AM capace di demodulare il segnale irradiato dal minitrasmettitore portatile; il ricevitore è contenuto tutto nel modulo ibrido RF290-A5 (U1 nello schema elettrico) un microcircuito in SMD che contiene uno stadio di sintonia accordato a 300 MHz (la stessa frequenza della portante del minitrasmettitore) di tipo superrigenerativo, un demodulatore AM, ed uno squadratore del segnale di uscita.

Dal piedino 14 esce un segnale che rispecchia fedelmente quello prodotto dal codificatore del minitrasmettitore; tale segnale entra

L'unità di controllo contiene il ricevitore del radiocomando per l'attivazione e lo spegnimento a distanza dell'antifurto, oltre ad interruttore a chiave per disattivarlo localmente, un LED che indica lo stato della centralina, e la batteria tampone.

nel decoder MC145028, il quale controlla se i bit ricevuti corrispondono a quelli impostati sui suoi piedini di codifica: 1, 2, 3, 4, 5, 15, 14, 13, 12.

Solo se il codice impostato sul ricevitore è uguale a quello «estratto» dal modulo U1 l'uscita del decoder U2 (piedino 11) assume il livello logico alto, livello che rimane anche dopo l'interruzione della trasmissione per un tempo determinato dalla costante di tempo R5xC2.

Potendo disporre di un livello logico in corrispondenza dell'invio di un comando dal minitrasmettitore il gioco è fatto: basta pilotare un flip-flop con l'impulso positivo e si può attivare o disattivare il relé che alimenta l'antifurto. Questo è poi quello che abbiamo fatto; il segnale di uscita dell'MC145028 viene squadrato e invertito due volte (per ottenere un segnale in fase con quello originario) quindi applicato all'ingresso di clock di U5. Questo è un flip-flop (è in realtà uno dei due contenuti nel CD4013, di cui usiamo una sola sezione) di tipo «D» che abbiamo connesso in modo «latch» per ottenere il comando on/off: ad ogni impulso di clock, ovvero ad ogni passaggio 0/1 del livello logico al piedino 3, l'U5 inverte la condizione logica delle proprie uscite «Q» e «Q negato».

Il ricevitore del radiocomando ha la parte RF integrata in un modulo SMD a 300 MHz, che ricava il codice in arrivo dal trasmettitore.

Per attivare e rilasciare il relé a comando del flip-flop abbiamo collegato l'uscita diretta di quest'ultimo alla base di untransistor mediante la resistenza di limitazione R10; in tal modo quando l'uscita diretta (pin 1) assume l'uno logico il transistor T2 va in saturazione ed il suo collettore alimenta la bobina del relé.

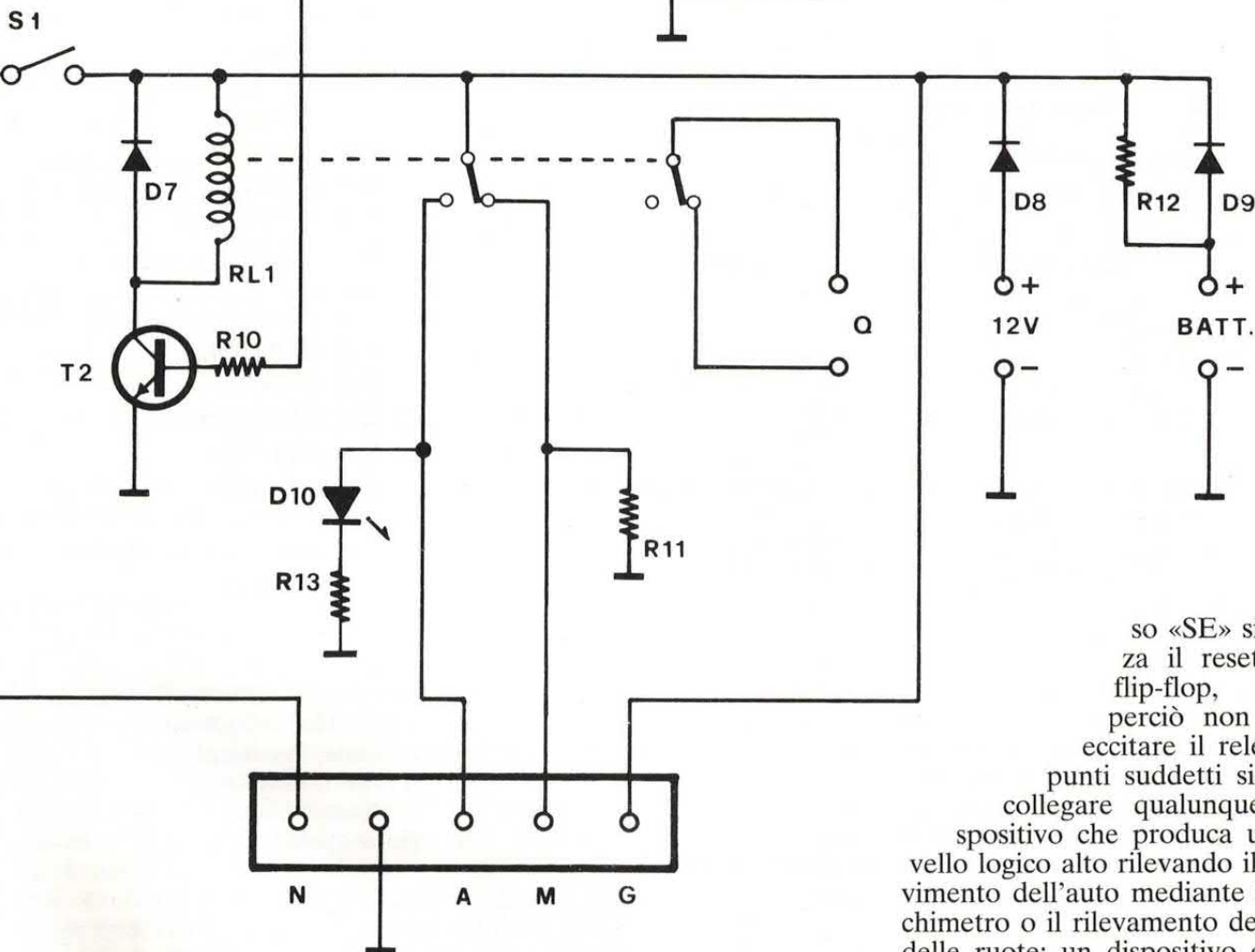
Giunti a questo punto, per capire bene come funziona la logica sull'unità di controllo dovete prendere in mano lo schema elettrico della scheda base dell'antifurto. Notate quindi che quando il relé RL1 è disattivato la linea «A» dell'unità base è isolata, perciò l'antifurto è spento; è invece alimentato il punto «M», del quale vedremo tra breve la funzione.

Quando, a seguito di un comando dal minitrasmettitore portatile, il flip-flop inverte lo stato delle proprie uscite, T2 va in saturazione e fa scattare il relé, il cui scambio alimenta la linea «A»

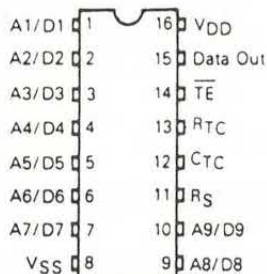
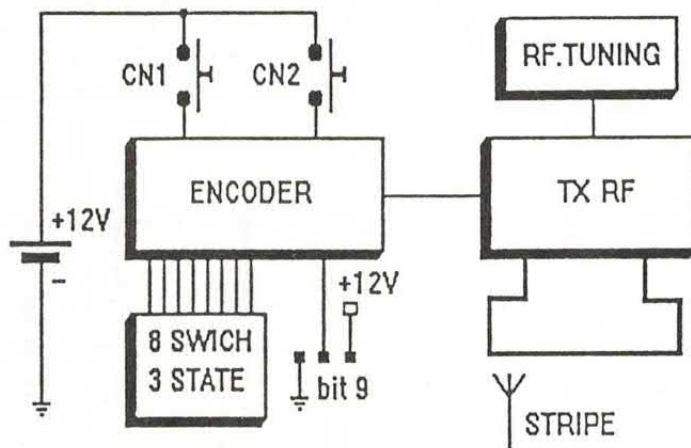
schema elettrico

della scheda base attivando i sensori e la logica di allarme dell'unità base. Contemporaneamente si accende il LED D10 (spia da mettere sulla plancia porta strumenti del veicolo) che evidenzia l'attivazione dell'antifurto.

Notate ora che quando viene alimentata la prima volta la scheda di controllo il relé parte a riposo: infatti il flip-flop viene resettato all'accensione dalla rete C5-R7 che fornisce un impulso positivo al suo piedino di reset (pin 4).

A proposito di reset, entra in gioco una delle funzioni «speciali» dell'antifurto: il blocco a veicolo in movimento. Portando a livello logico alto (11÷12 volt c.c.) l'ingresso «SE» si forza il reset del flip-flop, che perciò non può eccitare il relé. Ai punti suddetti si può collegare qualunque dispositivo che produca un livello logico alto rilevando il movimento dell'auto mediante il tachimetro o il rilevamento dei giri delle ruote; un dispositivo come quello che pubblicheremo tra breve: semplice, e di facile realizzazione.

Per impostare il codice sul decoder MC145028 abbiamo preferito delle piste di massa e alimentazione affiancate ai suoi piedini.

LA BATTERIA TAMPONE

Per assicurare il funzionamento dell'antifurto anche in caso di interruzione dei fili di collegamento con la batteria del veicolo su cui è installato, consigliamo di collegare una piccola batteria ai punti «BATT.» del circuito di controllo. La batteria può essere di qualunque tipo, purché con capacità di 0,7÷1 ampére/ora e tensione di 11÷12 volt.
Sono comunque preferibili le batterie al piombo-gel e quelle all'idrato di nichel, poiché le nichel-cadmio soffrono dell'effetto memoria che ne riduce la capacità se vengono caricate e scaricate parzialmente.
Usando le stilo da 1,2 volt consigliamo di impiegarne 9, non 10; si ottengono sì 10,8 volt, però è più facile caricarle con la tensione dell'auto. Infatti le Ni-Cd e le Ni-MH assumono facilmente tensioni di 1,3÷1,4 volt cadauna, anche se non sono molto cariche, cosa che ne impedirebbe la carica a motore (dell'auto) fermo poiché gli accumulatori per autoveicoli di solito danno 12 volt esatti.
Considerando che c'é il diodo D8 in serie all'alimentazione della centralina, con 10 stilo si rischierebbe di non riuscire a caricare più di tanto il pacco-batterie, poiché la differenza di potenziale (12V-tensione di batteria) verrebbe annullata per bassi valori di carica.

Il minitrasmettitore non dovete costruirlo ma comperarlo, poiché si trova in commercio già pronto. Se volete farlo da voi sappiate che è composto da un oscillatore libero a 300 MHz pilotato da un codificatore MC145026 impostato da uno switch 3-state.

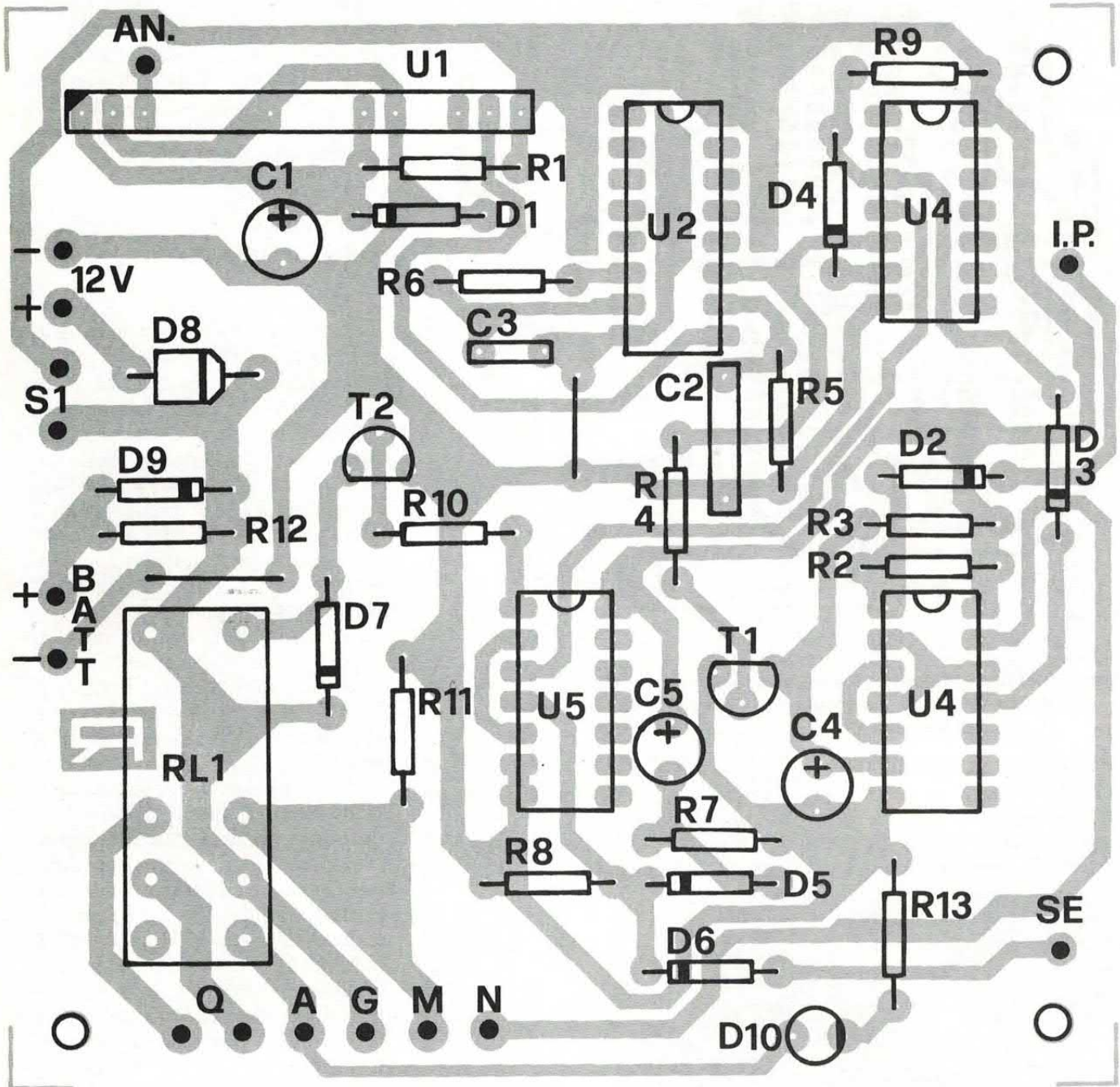
COMPONENTI

R 1 = 820 ohm
R 2 = 22 Kohm
R 3 = 180 Kohm
R 4 = 15 Kohm
R 5 = 220 Kohm
R 6 = 47 Kohm
R 7 = 47 Kohm
R 8 = 100 Kohm
R 9 = 47 Kohm
R10 = 15 Kohm
R11 = 820 ohm
R12 = 10 ohm
R13 = 1,8 Kohm
C 1 = 47 µF 16Vl
C 2 = 220 nF
C 3 = 22 nF
C 4 = 1 µF 16Vl
C 5 = 1 µF 16Vl
D 1 = Zener 5,1V-0,5W
D 2 = 1N4003
D 3 = 1N4148
D 4 = 1N4148
D 5 = 1N4148
D 6 = 1N4003
D 7 = 1N4002
D 8 = BY127
D 9 = 1N4002
D10 = LED 5 mm
T 1 = BC547
T 2 = BC547
U 1 = Modulo RF290-A5
U 2 = MC145026
U 3 = CD4011
U 4 = CD40106
U 5 = CD4013
RL1 = Relé 12V, 2 scambi (tipo FEME MZP002)
S 1 = Interruttore unipolare a chiave

Torniamo al relé RL1, che oltre ad alimentare la logica dell'antifurto provvede a gestire, se utilizzato, il circuito di accensione del motore: lo scambio che fa capo ai punti «Q» unisce tali punti a riposo, mentre a relé eccitato li interrompe. Da tale scambio si può far passare il filo di alimentazione dell'elettrovalvola della pompa di iniezione dei veicoli a motore diesel, o quello che serve una eventuale elettrovalvola che potete far aggiungere, sui veicoli con motore a benzina, lungo la tubazione che proviene dal serbatoio. Ancora, lo scambio che fa capo ai punti «Q» può interrompere il circuito di alimentazione della pompa del combustibile per i motori ad iniezione elettronica, o comunque il circuito di innesco delle candele (sul lato di bassa tensione ovviamente).

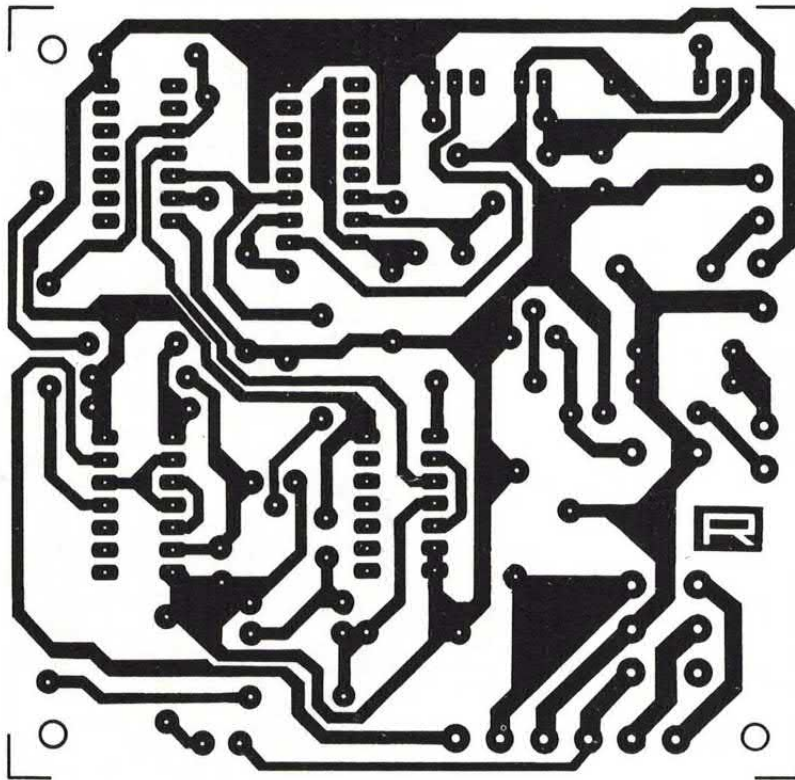
Beh, a questo punto dovrebbe essere chiaro come viene attivato l'antifurto; almeno il modo manuale. Ma, l'abbiamo detto in precedenza, la centralina può attivarsi automaticamente a seguito della disattivazione; almeno, se non viene aperta alcuna delle portiere.

Vediamo il meccanismo di autoinserimento: quando il relé RL1 dell'unità di controllo sta a riposo il positivo del condensatore C17 sulla scheda base viene alimentato con 12 volt (mediante i punti «M»); all'accensione della centra-

lina e subito dopo la disattivazione del RL1 tale condensatore è scarico, perciò lascia passare i 12V fino all'ingresso della porta U5b (parliamo sempre della scheda base).

IL CIRCUITO DI AUTOINSERIMENTO

L'uscita di quest'ultima commuta da uno a zero logico e scarica, se necessario, C19 (attraverso D20). Quando C17 si carica a sufficienza da far vedere lo zero logico all'ingresso della U5b, il piedino 8 di quest'ultima torna ad assumere l'uno logico, stato che giunge al punto «N» attraverso C19 (inizialmente scarico) almeno finché esso non si carica.

Nasce un impulso di tensione positivo, che attraverso il punto «N» della scheda base giunge al corrispondente dell'unità di controllo; quindi viene applicato al pin 13 (torniamo allo schema della scheda di controllo) della NAND U3c. Ora, se non è stata aperta alcuna porta del veicolo la NAND si trova entrambi gli ingressi ad uno logico, cosicché la sua uscita assume lo stato zero che, attraverso il diodo D3 (questo, insieme a D4 ed R9, forma una porta AND che permette di far giungere il clock al flip-flop sia dal ricevitore del radiocomando

traccia rame

La traccia del circuito stampato a grandezza naturale; utilizzatela per ricavare (mediante fotografia o fotocopia) la pellicola per la fotoincisione.
Per il montaggio vedere pagina precedente.

che dalla U3c) giunge all'ingresso della NOT U4b.

Di conseguenza questa porta assume in uscita l'uno logico, che determina un impulso di clock per U5; l'uscita di quest'ultimo, fino a questo momento a zero logico (altrimenti il relé RL1 non potrebbe essere a riposo...) assume lo stato uno e manda in saturazione T2 facendo scattare il relé 1 che attiva la scheda base.

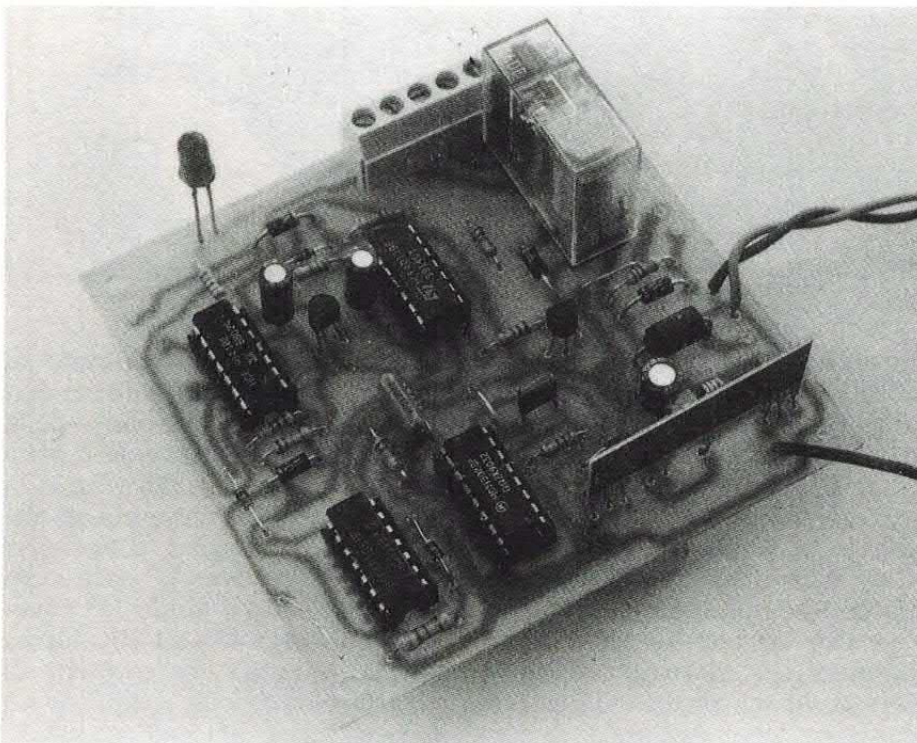
Ora lo scambio del RL1 alimenta il punto «A» di tale scheda, mentre il C17 (sempre quello della scheda base) si scarica attraverso la R11, grazie al collegamento realizzato dai punti «M»; il circuito di autoinserimento è quindi pronto ad un nuovo ciclo.

IL TEMPO D'INTERVENTO

Il tempo che trascorre dalla disattivazione dell'antifurto all'autoinserimento dipende dai valori di C17 ed R30 della scheda base: attualmente è circa dieci secondi, ma si può aumentare o diminuire entro certi limiti. Si può arrivare teoricamente ad alcuni minuti, ma è inutile: infatti l'autoinserimento serve per riaccendere l'antifurto se per sbaglio lo disattivate; se passa troppo tempo aumenta il rischio che qualche malintenzionato si introduca nella vostra vettura. Comunque C17 può arrivare a 10 microfarad mentre per R30 diciamo che siamo già al limite.

Vediamo adesso cosa accade se dopo aver disattivato l'antifurto si apre una portiera dell'auto prima dello scadere del tempo di autoinserimento: aprendo una delle porte il punto «I.P.» viene portato a massa, cosicché l'uscita della NAND U3a assume lo stato logico uno; poiché C4 è carico (si carica dopo l'accensione del circuito) la U3b viene a trovarsi entrambi gli ingressi ad uno logico e la sua uscita, prima ad uno logico, passa a zero.

Questo stato rimane perché qualunque livello assuma la tensione al piedino 1 l'uscita della U3a resta ad uno logico, forzando quindi l'uscita della U3b a zero. Insomma, le due NAND in questione formano un bistabile i cui ingressi sono il piedino 1 ed il 6 dell'U3.

Lo stato d'uscita della U3b condiziona ad uno quello dell'uscita della U3b, indipendentemente dal livello logico del punto «N». Questo significa che l'impulso di autoinserimento non può

raggiungere il flip-flop U5, perciò il relé 1 non scatta.

Sulla scheda base però C17 si carica e l'impulso dovuto a C19 si esaurisce, perciò per attivare l'antifurto bisogna procedere di nuovo manualmente, mediante il radiocomando.

Notate che all'attivazione dell'uscita del radiocomando, ovvero ad ogni comando inviato dal minitrasmettitore, il bistabile U3a-U3b viene resettato dal transistor T1, che scarica rapidamente C4 ponendo a zero il piedino 6 della U3b. Questo forza ad uno l'uscita della stessa porta, e se i punti I.P. sono aperti, la U3a si trova entrambi gli ingressi ad uno logico ed assume lo zero in uscita.

Perciò il bistabile si pone a riposo, poiché anche se C4 si ricarica portandone ad uno il piedino 6, la U3b continua ad avere l'uscita ad uno logico, permettendo il passaggio dell'eventuale segnale di autoinserimento attraverso U3c.

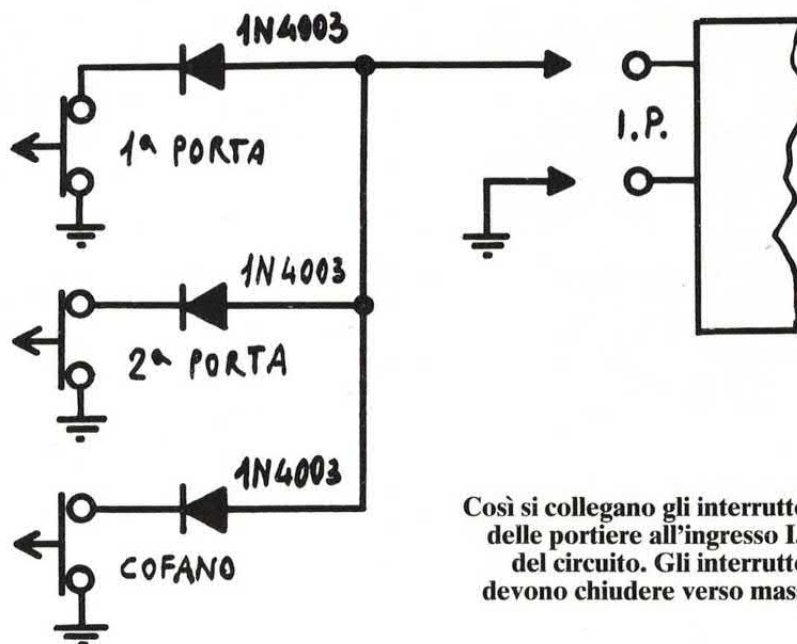
LA CHIAVE DI EMERGENZA

Bene, crediamo di aver esaurito le spiegazioni, almeno quelle principali; resta da vedere l'ultimo dettaglio: un utile accessorio che si chiama chiave di emergenza. Parliamo dell'interruttore S1, un interruttore a chiave che serve per disattivare localmente la centralina nel caso, ad esempio, il radiocomando divenga inutilizzabile. È posto in serie alla linea di alimentazione della logica e permette quindi di spegnere tutta l'unità di controllo.

Va notato che richiudendolo l'antifurto non si attiva, ma si accende solo la scheda di controllo; l'antifurto resta disattivato perché la rete C5-R7 resetta il flip-flop U5 attraverso il diodo D5.

Esaurito l'aspetto teorico dell'antifurto ci dedichiamo a quello pratico; certi che avrete realizzato già l'antifurto base ci occuperemo del montaggio dell'unità di controllo, che peraltro è molto più semplice. Come al solito in queste pagine trovate la traccia lato rame dello stampato, che potrete utiliz-

IL COLLEGAMENTO DEGLI INTERRUTTORI

Per collegare più di un interruttore-porta all'ingresso I.P. del circuito di controllo occorre realizzare il collegamento indicato qui. I diodi devono essere tanti quanti sono gli interruttori da considerare. Naturalmente gli interruttori sono di tipo normalmente chiuso, e vengono tenuti aperti quando le porte o i cofani sono chiusi. Non c'è limite al numero di interruttori, ma se i fili di collegamento verso di essi sono tanti e lunghi conviene che siano cavetti schermati; consigliamo inoltre di mettere un condensatore da 1 microfarad in parallelo all'ingresso I.P. (se è elettrolitico il positivo va all'ingresso della U3a).

Così si collegano gli interruttori delle portiere all'ingresso I.P. del circuito. Gli interruttori devono chiudere verso massa.

Gli interruttori (almeno quelli delle porte) possono essere gli stessi in dotazione al veicolo per comandare le luci di cortesia, a patto che abbiano un filo a massa; in tal caso i diodi vanno collegati col catodo verso i fili che vanno alle lampade.

Il collegamento in figura può essere utilizzato anche per l'ingresso NA della scheda base. Infatti a porte chiuse gli interruttori sono aperti, mentre si chiudono aprendole. Comunque, se gli interruttori collegati all'ingresso NA sono più di quelli che si vuol connettere all'I.P., o sono diversi, conviene realizzare due circuiti come quello illustrato: uno per I.P. ed uno che giunge all'ingresso NA della scheda base.

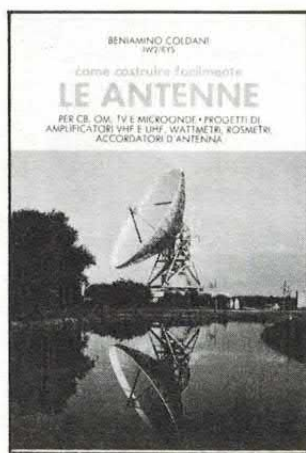
Invece se gli interrutori sono gli stessi basta unire con un filo il piedino 1 della U3a sull'unità di controllo con il catodo di D2 sulla scheda base.

L'ANTENNA PER IL RICEVITORE

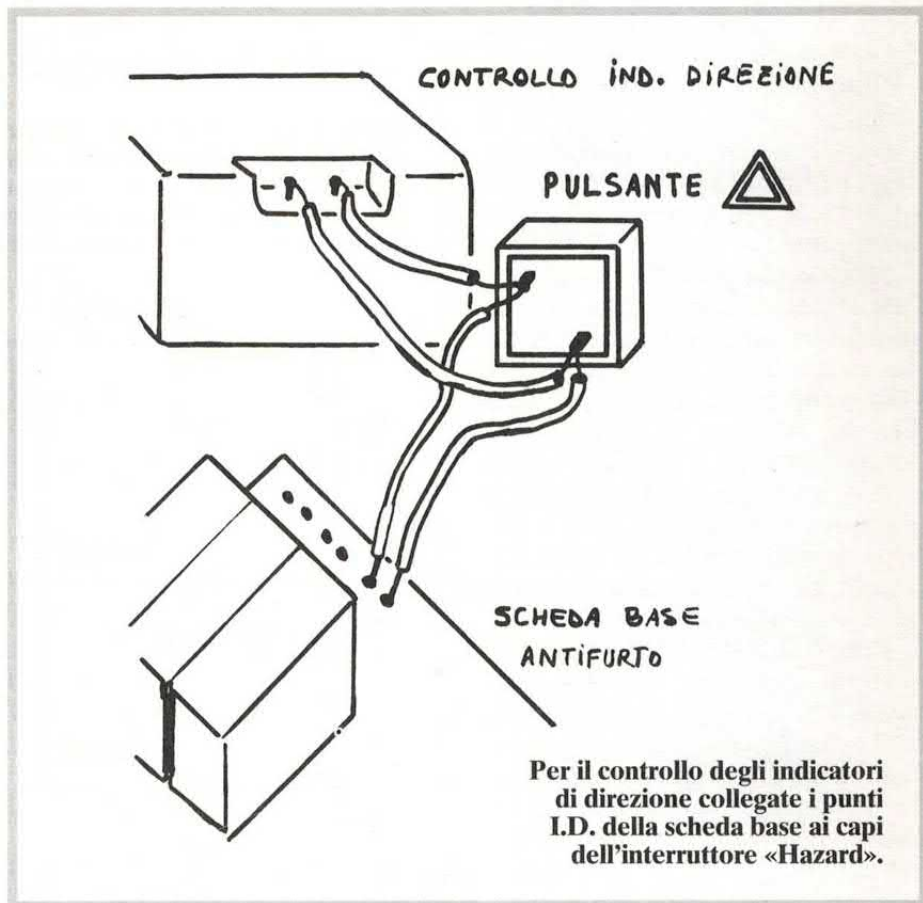
Il modulo RF290-A5 ha una buona sensibilità perciò per le prove dell'antifurto può essere utilizzato senza antenna. Tuttavia nell'impiego in auto, dato che la centralina verrà posta all'interno e quindi racchiusa tra lamierati metallici, è bene realizzare una semplice antenna da collegare al modulo SMD.

La cosa è molto semplice: basta collegare uno spezzone di filo rigido (anche ripiegato due o tre volte per seguire la sagoma dei circuiti) lungo 20÷22 centimetri, al punto AN. del circuito di controllo.

Dizionario
Italiano-inglese ed inglese-italiano, ecco il tascabile utile in tutte le occasioni per cercare i termini più diffusi delle due lingue.
Lire 6.000

PER LA TUA BIBLIOTECA TECNICA

Le Antenne
Dedicato agli appassionati dell'alta frequenza: come costruire i vari tipi di antenna, a casa propria.
Lire 9.000

Puoi richiedere i libri esclusivamente inviando vaglia postale ordinario sul quale scriverai, nello spazio apposito, quale libro desideri ed il tuo nome ed indirizzo. Invia il vaglia ad Elettronica 2000, C.so Vitt. Emanuele 15, 20122 Milano.

Per il controllo degli indicatori di direzione collegate i punti I.D. della scheda base ai capi dell'interruttore «Hazard».

zare per autocostruire, appunto, il circuito stampato che occorre per il montaggio.

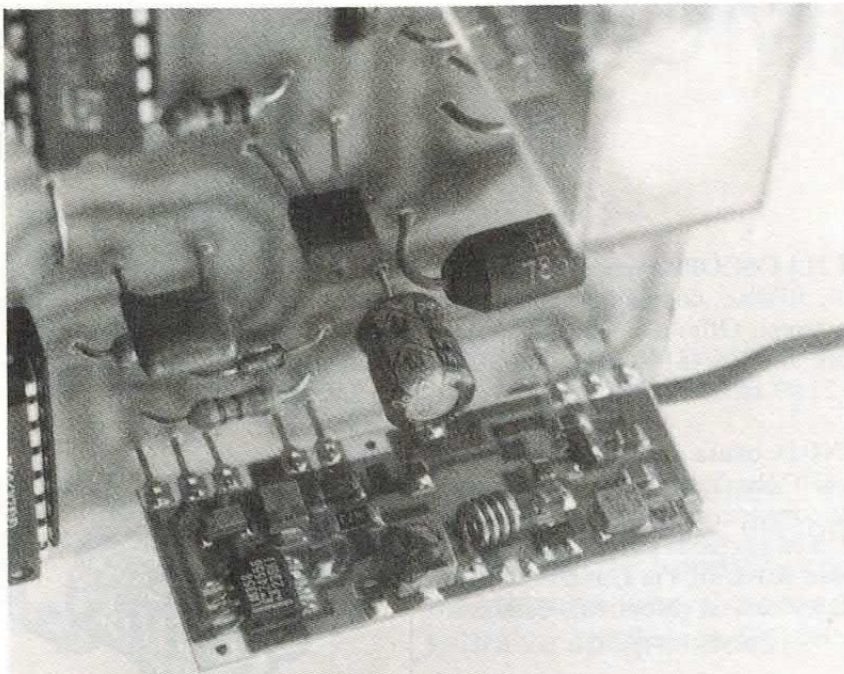
Realizzato lo stampato si montano i componenti partendo dalle resistenza; quindi è la volta dei diodi, per i quali raccomandiamo di inserirli tenendo le rispettive fascette colorate (attenzione che alcuni 1N4148 hanno quattro fascette colorate: giallo, marrone, giallo, grigio, come le resistenze; bene, la fascetta da considerare è quella più spessa) come indicato nel piano di montaggio che pubblichiamo in queste pagine.

Dopo i diodi si montano i condensatori, iniziando con quelli non polarizzati; attenzione alla polarità degli elettrolitici. Sistemati i condensatori si saldano nell'ordine i transistor, il LED, il relé ed il modulo ibrido RF290-A5, che può essere inserito nello stampato in un solo verso; tenete comunque presente che il suo lato componenti deve stare rivolto all'interno dello stampato dell'unità di controllo.

CONSIGLI PER IL MONTAGGIO

Come per l'unità base, consigliamo di saldare direttamente gli integrati allo stampato, cioè di montarli senza zoccoli; infatti, lo ripetiamo, dovendo montare l'an-

DOVE TROVARE I MODULI

Il minitrasmettitore per il radiocomando, il modulo ricevitore radio RF290-A5, e quello per il sensore ad ultrasuoni, si possono trovare dalla Futura Elettronica di Rescaldina (MI) v.le Kennedy 96, tel. 0331/576139, fax. 0331/578200. Il minitrasmettitore (si chiama TX-2C) viene venduto montato e tarato al prezzo di 40.000 lire. Il modulo ricevente a 300 MHz, cioè l'RF290-A5, costa 15.000 lire, mentre l'SU-1 (cioè il modulino per il sensore volumetrico) costa 18.000 lire.

Il modulo ibrido RF290-A5 costituisce il ricevitore radio del telecomando; va montato col lato componenti rivolto all'interno della basetta. Terminato il montaggio delle due schede ponetele in una scatola metallica fissandola una sopra l'altra.

tifurto quasi sicuramente nel cofano-motore dell'auto, è bene evitare gli zoccoli (a meno che non siano di alta qualità, ad esempio con contatti a tulipano) dai quali, a seguito delle vibrazioni a motore in moto, potrebbero uscire.

Infine si può montare il relé a due scambi. L'interruttore a chiave va collegato alle rispettive piazzole dello stampato mediante due spezzoni di filo. Terminato il montaggio conviene verificarne l'esattezza, ad evitare danni durante il collaudo.

Quindi si può procedere all'interconnessione tra le due schede componenti l'antifurto; a tale scopo facciamo presente che i punti evidenziati con la stessa lettera vanno collegati insieme: cioè, ad esempio, il punto «M» dell'unità di controllo va collegato all'M della scheda base. Naturalmente dall'unità di controllo deve partire un filo di massa che va collegato alla pista di massa della scheda base .

Prima di dare tensione alla centralina occorre impostare il codice sul decoder MC145028 posto sulla scheda di controllo; ciò si effettua attribuendo ai 9 piedini di codifica (nell'ordine: 1, 2, 3, 4, 5, 15, 14, 13, 12) gli stessi stati logici relativi al codificatore del minitrasmettitore. A tal proposito ricordiamo che potete scegliere l'impostazione che preferite, in modo da personalizzare e rendere sicuro l'antifurto.

I 9 bit di codifica del decoder possono assumere ciascuno tre stati: 1 (piedino collegato al positivo) 0 (quando il piedino si collega a massa) open (cioè aperto: equivale a lasciare isolato il piedino); solo il nono bit deve assumere lo stato uno o zero (l'open non vale per l'MC145028) in funzione del livello logico determinato sul trasmettitore dal pulsante di invio del comando.

L'IMPOSTAZIONE DEL CODICE

Questa volta, dato che molti lettori in occasione della presentazione di dispositivi con decoder Motorola ci hanno fatto notare che non si trovano facilmente i dip-switch a tre stati, ne abbiamo fatto a meno; se guardate lo stampato della scheda base notate che a fianco dei 9 piedini di codifica dell'MC145028 si trovano le piste di alimentazione positiva e di massa. Così diventa facilissimo porre ad uno o a zero logico i bit di codifica: basta collegarli alla pista voluta con un pezzetto di filo di rame o direttamente con un po' di stagno.

Sistemati i collegamenti si può collaudare l'intero sistema, fornendo 12 volt in continua ai punti «+» e «-» 12V; per il collaudo non è necessario collegare la batteria. Dando alimentazione dovrebbero scattare i relé RL2 e RL4 sulla scheda base: RL2 deve ricadere quasi subito, mentre RL4 deve restare eccitato per circa 3 secondi. Invece il relé della scheda di controllo deve restare a riposo.

Naturalmente l'antifurto deve essere inibito, cioè nessun sensore deve essere abilitato a far scattare il relé di allarme. Provate a prendere il minitrasmettitore e premere il suo pulsante per un secondo circa; il relé della scheda di controllo deve scattare, e insieme ad esso devono scattare RL3 e RL4 sulla scheda antifurto. RL3 deve ricadere quasi subito mentre RL4 deve stare eccitato per circa 8 secondi.

Deve inoltre accendersi il LED sulla scheda di controllo, indicando che l'antifurto è attivo. Verificate che l'antifurto sia effettivamente attivo, nel modo descritto nel fascicolo scorso.

Premendo un'altra volta il pulsante del minitrasmettitore deve ricadere il relé 1 dell'unità di controllo, e il LED posto su di essa deve spegnersi; se sulla scheda base era scattato il relé della sirena deve ricadere immediatamente. Ora lasciate spento l'antifurto ed attendete una decina di secondi; verificate che si riattivi da solo, automaticamente.

Ad inserimento avvenuto disattivatelo nuovamente mediante il radiocomando, e mettete in cortocircuito i punti I.P. (interruttori porte); anche trascorsi i 10 secondi l'antifurto non deve inserirsi. Rimuovete il cortocircuito dai punti I.P. e verificate che l'antifurto non si autoinserisca. □

(segue da pag.51)

necessario realizzare il ponticello tra i pin 2 e 3 mentre nel caso del TX433SAW bisogna collegare a massa, tramite la resistenza R4, il pin 3 ed inviare il segnale di modulazione al pin 2.

Il circuito stampato prevede le due opzioni che possono essere selezionate agendo sul ponticello J1. Per realizzare l'antenna è sufficiente utilizzare uno spezzone di filo ramato rigido della lunghezza di circa 25 cm se impieghiamo il modulo a 300MHz, oppure di 17 cm se usiamo il modulo a 433 MHz. Se utilizziamo filo di rame smaltato, prima della saldatura dobbiamo togliere la protezione di smalto al capo del filo da saldare alla piazzuola d'antenna collegata al pin 11 (out antenna) del modulo trasmittente.

Inseriamo ora l'integrato U1 nel relativo zoccolo rispettando la polarità e alimentiamo la scheda con una tensione continua di 12 volt. Se tutto funziona correttamente vedremo il led del nostro trasmettitore emettere un lampeggio ogni tre secondi.

Se vogliamo toglierci ogni dubbio sul funzionamento possiamo collegare l'oscilloscopio sul pin 24 del micro; mantenendo premuto un tasto qualsiasi vedremo sullo schermo il treno di impulsi generato dal micro e trasmesso dalla sezione RF.

A questo punto conviene collocare il trasmettitore e la sua batteria di alimentazione all'interno di un contenitore plastico di adeguate dimensioni. Utilizzando una piccola lama da traforo realizziamo una cava quadrata destinata a contenere la tastiera; bisogna anche realizzare due fori, uno per il LED e uno per l'interruttore di acceso/spento.

Conclusa la costruzione del trasmettitore potremo porre mano al ricevitore che risulta altrettanto facile da realizzare; il ricevitore verrà presentato nella prossima puntata nella quale analizzeremo a fondo sia l'hardware che il software di questo radiocomando con particolare riferimento alle problematiche di sincronismo del segnale.Arrivederci dunque alla prossima puntata. □

dai lettori

OSCILLOSCOPIO vendo: Philips PM 3250, 50Mhz., doppia traccia, doppia base tempi; Offro a £. 800.000. Telefonare al 0536/48140 dalle ore 20.00 alle 22.00, chiedere di Manuel.

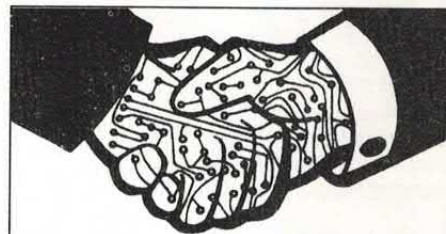
VENDO causa inutilizzo bibanda 144/430 Mhz. Yaesu FT-530, nuovo mai usato completo di 2 cavi, alimentazione esterna ed a richiesta antenna auto comet. Grosso Rosario, Via Gimello n°181, 98043 Rometta (Messina). Telefono 090/9924242 ore serali.

CERCO lavori di montaggi elettrici e/o elettronici presso mio domicilio. Astenersi perditempo. Pietro Bianchi, Via Galileo n°8, 70019 Triggiano (BA).

AMPLIFICATORE LINEARE Microwave MML/144/200 cerco. Inviare risposta via fax al 089/464225 o telefonare al 0330/506117. Eventualmente, spedire alla C.P. n°6, 84013 Cava (SA).

VENDO valvole nuove ed originali, imballate e costruite all'epoca: 5Y3, 5X4, 6AU6, 6BE6, 6BQ6, 6CG7, 6SA7, 6SQ7, 12AT6, 12BQ6, 12AV6, 12SN7, EBC41, ECC84, ECC86, ECH42, EF41, PL81 e tantissime altre. Inviare francobollo per elenco a Vidotti Attilio, Via Plaino 38/3, 33010 Pagnacco (UD) o telefonare al 0432/650182 (fax automatico) dalle ore 17.00 alle ore 22.00.

SCHEDE a microprocessore e microcontrollore, circuiti elettronici in genere progetto (eventualmente realizzo) per risolvere qualunque vostro problema. Fornisco inoltre assistenza tecnica gratuita per la messa in esercizio e collaudo di tali circuiti. Per informazioni telefonare a: Ing. Luca Minguzzi, Via Reale 174, 48010 Mezzano (RA). Telefono 0544/521718.

OCCASIONI elettroniche ed ottiche. Optoelettronica, connettori, motori pot a filo, commutatori, bobine AF BF, testine registrazione, resistenza hi w, strumenti ad ago, triac, SCR, IC, condensatori hi Cap., trasformatori per valvole ed uscita, ottica per telecamere, telecamere, fotocamere, intensificatore di luce, binocoli, microfoni e radio riceventi. Inviare £. 2500 in francobolli per ricevere la lista del materiale. Capozzi Roberto, Via Lyda Borelli 12, 40127 Bologna. Telefono 051/501314

La rubrica degli annunci è gratis ed aperta a tutti. Si pubblicano però solo i testi chiari, scritti in stampatello (meglio se a macchina) completi di nome e indirizzo. Gli annunci vanno scritti su foglio a parte se spediti con altre richieste. Scrivere a Elettronica 2000, C.so Vitt. Emanuele 15, Milano.

PANNELLO SOLARE Hoxin 50W 3.3A a celle quadre. Nuovo usato poco. Vendo a £. 400.000, spedisco in tutta Italia con corriere. Pietro Florio, telefono 0330/816960.

OCCASIONISSIMA!! causa mancanza spazio svendo una montagna di materiale elettronico nuovo e surplus a prezzi stracciati: Condensatori di altissima capacità ed alta tensione, diodi raddrizzatori e scr a vitone, dissipatori di ogni tipo e misura, Mos-power, transistor di potenza e trasformatori. Apparecchiature: Alimentatori switching e lineari ed amplificatori hi-fi. Inoltre telai montati e collaudati di strumenti, alimentatori, apparecchiature audio, ecc. Per ricevere il ricco catalogo inviare £. 1500 in francobolli a pini Alberto, Via Damonte 25, 25024 Leno (BS).

VALVOLE NUOVE imballate vendo tipo: E80CC, E81CC, E82CC, E83CC, 6C33CB, 6550WA, 310A, 349A, 6L6, 6L6GA, 6L6GB, 6L6GC, EL34, EL84, E88CC, E80F, EF86, E130LSQ, 5881, 12BH7A, 6080, 5998, 6FQ7 ed altre. Borgia Franco, Via Valbisenzio 186, 50049 Vaiano (FI). Tel. 0574/987216.